Über
Deckgebirgseinschlüsse
in den Phonolithtuffen des Hegaus.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen philosophischen Fakultät der Großherzogl. Badischen Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau

vorgelegt von

Theodor Buri
Professor an der Realschule zu Meßkirch i. B.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Hof- und Universitätsbuchdruckerei
C. A. Wagner, Freiburg im Breisgau
1910.

Dekan:
Geh. Rat Prof. Dr. Lüroth.

Referent:
Prof. Dr. W. Deecke.

Inhalt.

Seite

A. Allgemeines 5

I. Bedeutung der Deckgebirgs- und Grundgebirgseinschlüsse in den vulkanischen Tuffen des Hegaus. Zweck und Zustandekommen der Untersuchung . . 5

II. Die Phonolithtuffe 9

Aussehen 9

Mineralogische Zusammensetzung 10

Sedimentation und Alter 12

Verbreitung und tektonische Anordnung 15

(Glaziale) Erosion 19

III. Art des Vorkommens der Einschlüsse 21

B. Die mesozoischen und tertiären Einschlüsse 22

I. Die Triasformation 22

a) Der Buntsandstein 22

b) Der Muschelkalk 24

c) Der Keuper 26

II. Die Juraformation 27

a) Der schwarze Jura 28

b) Der braune Jura 36

c) Der weiße Jura 46

III. Die Kreideformation 46

IV. Die Tertiärformation 46

a) Die Molasse, untere Süßwassermolasse 46

b) Die Meeresmolasse 46

c) Die obere Süßwassermolasse 47

d) Der Phonolithtuff 53

C. Zusammenfassung 53

D. Literatur 58

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543126_0069

A. Allgemeines.

I. Bedeutung der Deckgebirgs- und Grundgebirgseinschlüsse in den vulkanischen Tuffen des Hegaus, Zweck und Zustandekommen der Untersuchung.

Das Vorkommen von bisweilen versteinerungsführenden tertiären und mesozoischen und von Grundgebirgs-Einschlüssen in den vulkanischen Tuffen des Hegaus legt uns die Frage nahe: „Wo stehen auf der Erdoberfläche die nächsten, den Einschlüssen entsprechenden und ihnen ähnlichsten Formationsglieder an?“ Wir finden das Mesozoikum zunächst als weißen Jura das Hegau im Norden, Westen und teilweise nach Südwesten direkt umschließend und weiter westlich die ganze Juraformation nebst den obersten Gliedern der Trias den Steilabhang des Randenjuras bildend. In derselben Richtung begegnen wir in der Baar[1] den Triasschichten, von denen der Buntsandstein bereits dem Schwarzwalde zugerechnet wird. Die südlichen Höhen des letzteren gehören dem Grundgebirge an. Diese Formationen alle überlagern sich bei Waldshut und Schaffhausen auf einem engen Raume, um sich nordwärts mehr fächerförmig auszubreiten. Das Deckgebirge zwischen Schwarzwald und Hegau bildet nun, abgesehen von untergeordneten, vertikalen Störungen, eine in ihrer Lagerung einheitliche, flach nach Südosten einfallende Tafel (Schweizer Tafeljura, Randen und schwäbischer — auch fränkischer Jura), wovon der Randen und der als Heuberg bezeichnete südlichste Teil des schwäbischen Juras für unser Gebiet besonders in Betracht kommen. Im Südosten der genannten Höhen fallen die Juraschichten unter die Molasse ein, welche die zwischen dem Schweizer (Tafel-) und dem schwäbischen Jura (sowie dem Ober-

[1] Die zwischen Jura und Schwarzwald gelegene Hochebene in der Umgebung von Donaueschingen.

lauf der Donau) einerseits und dem Nordrande der Alpen anderseits verlaufende Depression mit teils marinen und brackischen, teils limnischen Sedimenten aufgefüllt hat.

Das Hegau stellt ein Einbruchsfeld innerhalb des Randen-Heuberg-Jura dar. Der Boden der Senke wird wie auch zum Teil derjenige der benachbarten Jurahöhen bis zu einer bedeutenden Mächtigkeit von Molasseablagerungen und in direkter Folge über diesen von eruptivem Material gebildet. Schließlich erfolgte in der Eiszeit durch den Westflügel des Rheingletschers eine nicht unbedeutende glaziale und postglaziale Abtragung und Überschotterung.

So ergibt sich die Aufgabe, zu untersuchen, ob die mesozoischen und Grundgebirgseinschlüsse in den Phonolithtuffen des Hegaus Bruchstücke der genannten Deckgebirgstafel darstellen, und ob diese vom Schwarzwald, der Baar, dem Randen und Heuberg her unter das Hegau einfällt: Läßt sich aus dem in die Phonolithtuffe gelangten Grundgebirgs- und Deckgebirgsmaterial erkennen, ob der Schwarzwald und die Baar unter dem Hegau eine mit der oberirdischen, sichtbaren Fazies noch übereinstimmende Fortsetzung besitzen?

Über den unterirdischen Aufbau des Hegaus liegen bis heute nur vereinzelte und mehr gelegentliche Mitteilungen vor, welche aus der Erforschung der Vulkane und ihrer Tuffe resultieren. Immerhin findet man schon bei älteren Autoren einen Hinweis auf die Zugehörigkeit der Auswürflinge zu dem obenbezeichneten Deckgebirge und dem Grundgebirge des Schwarzwaldes. Dieser Zusammenhang bzw. der Untergrund des Hegaus wurden dargestellt, aber noch nicht genau und im einzelnen, in den Arbeiten[1] von K. Fritsch (1865), F. Merklein (1869), O. Fraas (1879), F. Schalch (1873 und 1883), A. Leuze (1886), J. Erb (1900) u. a. Besser bestellt ist es z. B. mit der entsprechenden Beschreibung des Untergrundes bei dem Vulkangebiete von Urach auf der schwäbischen Alb. Insbesondere das Grundgebirge wurde von H. Schwarz[1] (1905) zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht, wodurch das interessante Resultat gefördert wurde, daß das Grundgebirge ganz bedeutend mehr mit demjenigen des Bayerischen Waldes als mit demjenigen des Schwarzwaldes übereinstimmt. Und die gleiche Eigen-

[1] S. das Literaturverzeichnis.

tümlichkeit stellten Grümbel[1], Deffner[1] und O. Fraas[1] an kristallinen Auswürflingen des Ries fest. Diese Beobachtungen verdienen deshalb hier Erwähnung, weil sie uns die Wichtigkeit und Fruchtbarkeit der Untersuchung vulkanischer Auswürflinge dartun. Schwarz bezeichnet seine Arbeit als eine Ergänzung zu den Untersuchungen Brancos, welcher in „Schwabens 125 Vulkanembryonen“ (1894/95) S. 61ff. einen Überblick über die Resultate der Erforschung des Untergrundes der Schwäbischen Alb gibt: Nach O. Fraas[2] seien durch die Tiefbohrung bei Ingelfingen im untern Kochertal mit Kalken wechsellagernde, devonische oder Kulmschiefer sowie Rotliegendes, letzteres in einer Mächtigkeit von 292 m, und Zechstein (27 m) unter triadischen Schichten erbohrt worden. Dagegen fehlten alle diese Schichten im Ries außer dem Keuper, welcher direkt auf dem Grundgebirge lagere. Weiter südwestlich jedoch, bei Urach, fänden sich wieder Einschlüsse von Rotliegendem und außerdem normalerweise von Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und Jura.

In seiner Zusammenstellung S. 64 (a. a. O.) gibt Branco für das Vorhandensein von Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper unter dem Hegau nur ein „vermutlich“ an: „Hier fehlen leider bisher genauere Aufsammlungen, welche gerade die von tieferen Schichten stammenden und selteneren Auswürflinge festgestellt hätten.“ Diesem von Branco (a. a. O. S. 63) ausgesprochenen Mangel soll nun durch die im folgenden veröffentlichten Untersuchungen abgeholfen werden, welche, in Beziehung gebracht mit den bisher im Ries und im Uracher Gebiet erzielten Resultaten, eine weitere Ergänzung zu der Arbeit Brancos bilden werden.

Die Anregung zur Bearbeitung der Einschlüsse aus den Phonolithtuffen verdanke ich Herrn Oberrealschuldirektor Schmidle in Konstanz. Als ich für längere Zeit nach Konstanz versetzt wurde, wandte ich mich an ihn (damals noch nach Meersburg) um Angabe eines geologischen Themas. Er wies mich auf das vorliegende hin.

---

[1] S. das Literaturverzeichnis.

[2] O. Fraas, Vergleichendes Schichtenprofil in den Bohrlöchern Dürrmenz-Mühlacker und Ingelfingen. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1859, S. 326—345.

Ich suchte dann in den Jahren 1907 und 1908 geeignete Aufschlüsse und sammelte ein reiches Material, in der Hoffnung, dasselbe an einer der badischen Hochschulen später bearbeiten zu können. Diesen Wunsch erfüllte 1909 der Großh. Oberschulrat in dankenswerter Weise durch eine Versetzung nach Freiburg, an dessen geologischem Institut ich schon im Winter 1908/09 einige Sortierungen des Materials hatte vornehmen können, dank dem freundlichen Interesse des Herrn Professors Dr. Deecke. Ich möchte diesem hochverehrten Herrn für mancherlei wertvolle Winke und Ratschläge und für die Überlassung einiger von ihm selbst gemachten Funde und Beobachtungen meinen herzlichsten Dank aussprechen. Im Sommer 1909 kam ich auf den Gedanken, die für das südöstliche Baden unvergleichlich reichhaltige Fürstlich Fürstenbergische Sammlung zu Donaueschingen zum Vergleich heranzuziehen. In Anbetracht des großen Nutzens, den die Sammlung der Förderung meiner Studien brachte, bzw. ihrer Unentbehrlichkeit bei den meisten Bestimmungen, ist es mir eine angenehme Pflicht, Sr. Durchlaucht dem Fürsten Max Egon zu Fürstenberg meinen ergebensten und aufrichtigen Dank aussprechen zu dürfen. Wurde doch die persönliche Erlaubnis Sr. Durchlaucht, deren es zu einer so eingehenden Benützung der Sammlung bedurfte, in liebenswürdigster Weise erteilt. Auch möchte ich bei dieser Gelegenheit Herrn Geh. Bergrat Dr. Schalch nicht vergessen, der mir seine neuesten Beobachtungen über die Verbreitung des Stubensandsteins in der Umgebung des Hegaus mitteilte, und der hier als der unermüdliche Erforscher und genaueste Kenner des südostbadischen Deckgebirges genannt zu werden verdient. Seine vorzüglichen Aufnahmen über Gestaltung, Verbreitung und Mächtigkeit der einzelnen Glieder des oberirdisch auftretenden Deckgebirges boten für die Beurteilung der unterirdischen Formationsteile zuverlässige Anhaltspunkte. Herrn Professor Dr. Sauer, dem Direktor der Württembergischen Geologischen Landesanstalt, bin ich verpflichtet für die Zusendung der Arbeit des Herrn H. Schwarz „Über die Auswürflinge von kristallinen Schiefern und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb“, da ich mich für die darin gemachten Ausführungen über geröllähnliche Formen gewisser Einschlüsse interessierte.

II. Die Phonolithtuffe.

Das Studium der Einschlüsse erfordert eine kurze Übersicht über die Entstehung, das Aussehen, die Zusammensetzung und das Alter ihrer Lagerstätte sowie über die Art des Vorkommens der Einschlüsse. Um die Tuffe drehte sich noch in der Mitte des letzten Jahrhunderts die Frage, ob sie eruptiven Ursprungs seien oder wässerige Sedimente. Wenn wir auch heutzutage als Hauptursache ihrer Bildung präzis die Eruption und Zerstäubung vulkanischer Massen unter Begleitung von losgerissenen Brocken des Untergrundes anzugeben imstande sind, so ist doch die Art ihrer Sedimentation von sehr großer Bedeutung. Denn sie hat in hohem Maße dazu beigetragen, ihnen ihr heutiges Gepräge zu verleihen.

Das **Aussehen** des Gesteins ist das denkbar verschiedenste und richtet sich insbesondere nach dem Grade der Frische. Ein normales, frisches Vorkommen ist nicht allzu häufig, da der Abbau vieler Tuffe zurzeit aufgegeben wurde. Am besten kann man das Gebilde in dem in Betrieb befindlichen Steinbruch an der nördlichsten Spitze des Roseneggs studieren. Der Steinbruch ist auf der Spezialkarte, Bl. Hilzingen, eingetragen. Da finden wir mächtig aufstrebende, asch- bis bläulichgraue, ungeschichtete, harte Felswände, die nur von vereinzelten großen Klüften durchsetzt werden. Wenn wir dagegen ebenso einen Blick tun in den verlassenen Bruch im „Twielfeld“ am Südostabhange des Hohentwiels, so würden wir glauben, in der braunen, durch und durch zerklüfteten und von schwarzblauen Eisenhydroxyden durchsetzten, weichen, bröckligen Masse ein ganz anderes Gestein zu finden. Und doch ist es dasselbe wie in dem ersten Steinbruch, nur von der Verwitterung umgestaltet. Schaut man sich nämlich die Seitenwände am Eingang zu dem genannten Bruche am Rosenegg an, so hat man alle wünschenswerten Übergänge vom grauen, frischen, harten Tufffelsen zum zersetzten, braunen, bröckligen. Eine häufige Wirkung der nach allen Seiten auftretenden Zerklüftung und Zersetzung ist die Bildung von Kugeln der verschiedensten Größe; man könnte sie etwa mit den bekannten Granitwollsäcken vergleichen, aber infolge der außerordentlichen Verwitterbarkeit könnten sich nie „Felsenmeere“ anhäufen; denn bis die Kugeln der unteren Lagen herausgewittert sind, ist von denen der oberen Lagen längst jede Spur verschwunden. Auch besteht der Unterschied, daß schon die der

Kugelbildung vorausgehende Klüftung bei den Tuffen der Hauptsache nach infolge Kontraktion durch Austrocknen der mit Wasser getränkten Asche oder durch Verwitterung entsteht, während sie bei den Graniten auf der mit der Abkühlung zusammenhängenden primären Absonderung beruht. Die Verwitterbarkeit ist überhaupt den Tuffen eigentümlich, und man darf ruhig sagen: Fast alle uns zu Gesicht kommenden Tuffaufschlüsse sind im Zustande intensiver Zersetzung. Die braune Farbe, die in allen Stufen vom lichten Gelbbraun bis zum tiefen Braunrot auftritt, ist nur eine Folge der eisenhaltigen Mineralien.

Die **mineralogische Zusammensetzung** des Tuffes richtet sich natürlich ganz nach dem zerstäubten Magma. Dieses wurde besonders durch die Untersuchungen J. Erbs ermittelt, welcher zu dem Resultate kam, daß es ein etwas basischeres gewesen sei als dasjenige der Phonolithkuppen (a. a. O. S. 51—53). Erb gebraucht den Namen „Phonolithtuffe“ nur mit Anführungszeichen, um den Unterschied zwischen Phonolithmagma und Tuffmagma hervorzuheben. Er stellt die aus den eingeschlossenen Bömbchen abgeleitete mineralische Zusammensetzung der Tuffmasse den Phonolithen und Melilithbasalten des Hegaus, wie die nebenstehende Tabelle zeigt, gegenüber.

Nach dieser Übersicht beurteilt Erb den Zusammenhang der drei Magmen folgendermaßen: „Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, zeigen die behandelten Auswürflinge mehr Anklänge an die Melilithbasalte als an die Phonolithe. Sie unterscheiden sich aber von ihnen durch die Seltenheit des Olivins, das Vorhandensein von Hornblende und großen Biotiten. Magnetit und Apatit, stellenweise auch Perowskit sind in den Lapilli entschieden häufiger als im Phonolith und im Basalt. Der Gehalt an Ägirinaugit und das Auftreten des Titanits, letzterer allerdings nur in den körnigen Augitbomben, verknüpft sie wieder mit den Phonolithen.

Das Magma, das die Auswürflinge geliefert hat, ist demnach verschieden von dem Effusivmaterial der Kuppen . . . Offenbar gingen den Ausbrüchen des Phonoliths Ejektionen eines davon differenten, des Lapillimagmas, voran. Es war dies eine basische Fazies, reich an Erstlingsprodukten der Kristallisation. Ihre Eruptionen reinigten die Schlote, in denen später der Phonolith emporstieg, und die ungeheure Menge Trümmer der unterliegenden Erdscholle sind ein Beweis für die furchtbare Gewalt der Eruptionen, wie die große Verbreitung der Tuffe für die Unmasse ausgeschleu-

Phonolithe des Höhgaus	Bömbchen der „Phonolithtuffe“	Melilithbasalte des Höhgaus.
Magnetit	Magnetit	Magnetit
—	Perowskit (Spinell?)	Perowskit (Spinell?)
Melanit?	—	—
Nosean und Hauyn	?	—
Leucit	—	—
Zirkon	—	—
—	Melilith	Melilith
Apatit	Apatit	Apatit
Nephelin	Nephelin	Nephelin
—	Olivin	Olivin
Diopsid	—	—
Ägirinaugit	Ägirinaugit	—
Ägirin	—	—
—	basalt. Augit	basalt. Augit
Hornblende	Hornblende	Hornblende
Biotit	Biotit	Biotit
Titanit	Titanit (nur in Augitknollen)	—

derten Magmas. Unstreitig rascher zu Tage geschafft und erstarrt als das Magma, das jetzt die Kuppen bildet, haben sich in den Lapilli Mineralien, wie Hornblende und Biotit, welche im Phonolith und Basalt wieder aufgelöst wurden, erhalten.

Phonolith und Melilithbasalt wären nach dieser Annahme jüngere Schwestermagmen des erst-erumpierten Spaltungsmagmas.“

Der Unterschied zwischen der Zusammensetzung des Tuffmagmas und derjenigen des Phonolithmagmas mag noch kurz durch eine Gegenüberstellung zweier Analysen verdeutlicht werden. I ist eine Analyse Erbs von einem den Augit-Hornblende-Bomben zugerechneten, etwas verwitterten, biotitreichen Gestein vom Heilsberg bei Gottmadingen, spez. Gew. = 3,3 (a. a. O. S. 48), II diejenige eines frischen Phonoliths vom Hohentwiel, spez. Gew. = 2,54, die Schalch (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XIX, 2 S. 97) veröffentlicht hat (ausgeführt von Bernath). (Vgl. auch S. 56.)

	I	II
SiO_2	41,22	55,214
TiO_2	3,18	—
Al_2O_3	7,17	21,782
Fe_2O_3	7,41	2,061
FeO	4,78	2,006
CaO	13,85	2,097
MgO	12,53	0,127
K_2O	2,34	3,475
Na_2O	2,83	10,637
P_2O_5	0,66	—
SO_2	—	0,456
H_2O	—	2,069
Cl	—	0,074
Glühverlust	3,89	?
	99,86	99,998

Die Angaben Erbs über den Mineralbestand und die vorstehenden Analysen erklären auch das massenhafte Auftreten des Magnesiaglimmers in den Phonolithtuffen, der mit seinen dunkeln, glänzenden und meist schön regelmäßigen, verschieden großen Täfelchen ein wohl selten fehlender, charakteristischer Bestandteil des Gesteins ist. Ebenso erscheinen uns das häufige Vorkommen der Hornblende in Form des basaltischen Amphibols, sowie das des basaltischen Augits begreiflich. Beide Mineralien fallen sowohl als einfache Kristalle als auch gar nicht selten als Zwillinge, namentlich in frischen Tuffen auf. Glimmer, Augit und Hornblende sind auch die Hauptkomponenten der zahlreichen vulkanischen Bömbchen oder die Kerne der lokal (wie z. B. im Steinbruch am Twielfeld, am Jungkernbühl usw.) häufigen Pisolithe. Neben diesen Gebilden sind oft die nachher zu beschreibenden Einschlüsse von mesozoischen und Grundgebirgsbruchstücken an der Zusammensetzung der Tuffe beteiligt und verleihen ihnen bisweilen fast ein konglomeratisches Aussehen. In andern Fällen sind die Tuffe beinahe dicht oder erdig, wieder in andern sandig.

Diese Verschiedenheit im Korne ist wohl eine Folge der Art der **Sedimentation.** O. Fraas legt (a. a. O.) auf eine Verteilung der Phonolithasche durch Nordostwinde großen Wert, die er aus dem Fehlen der Phonolithtuffe nördlich und östlich von der Linie Hohentwiel—Hohenkrähen—Mägdeberg—Philippsberg und aus ihrer

Verbreitung südlich und westlich von den großen Phonolithkegeln ableitet. Dieser Ansicht von O. Fraas möchte ich jedoch nur unter dem Vorbehalt beitreten, daß mindestens für die östlich von der genannten Linie Hohentwiel—Hohenkrähen—Mägdeberg verlaufende Depression das Fehlen der Phonolithtuffe in der später zu besprechenden glazialen Erosion und Aufschüttung zu suchen ist. Dagegen dürfte die Hypothese gute Dienste tun dafür, daß am Friedinger Schlößchen und auf der Linie Aach—Engen keine Tuffe nachgewiesen wurden. Auf jeden Fall ist anzunehmen, daß feinkörnige Tuffe mehr vom Winde transportiert wurden, während solche mit großen Auswürflingen sich nahe beim Ausbruchsschlote ablagerten. Aus der Beobachtung, daß die Größe der Auswürflinge gegen die Kuppen zunähme, folgert Schalch, daß die Ausbruchstellen der Tuffe dieselben gewesen seien wie diejenigen der Lava, welche sich nachher in den Aschen aufstaute (Geol. Karte der Schweiz XIX 2, S. 110).

Eine wichtige Art der Sedimentation ist diejenige in Süßwasserseen. Daß eine solche stattfand, ist infolge des Verlassens vieler Steinbrüche heute nicht mehr so nachzuweisen wie früher; aber wir besitzen eine Reihe von Angaben aus der Zeit des vollen Betriebes, aus denen man den Zusammenhang des Phonolithtuffes mit obermiozänen Süßwasserkalken und damit auch das **Alter** der Eruptionen leicht nachweisen konnte. Derartige Beobachtungen waren viel wertvoller als die dürftigen Aufschlüsse in dem Gebiet zwischen Hohentwiel und Hohenkrähen, in denen man Übergänge von Molassesand in Tuff sehen kann. So möge hier eine Angabe von O. Fraas (Atlasblatt Hohentwiel, Begleitworte S. 5) über Wechsellagerung von vulkanischem Tuff mit dem Süßwasserkalk des jetzt zerfallenen Bruches von Oehningen zitiert sein: „Am deutlichsten zeigt dies immer der Schienerberg, wo ‚im oberen Bruch' über dem Hauptlager der dortigen Fossile, den 2,8 m mächtigen Kalkplättchen, nur noch eine 0,05 m mächtige Tuffbank liegt, die vorherrschend aus Glimmerplättchen besteht und aus zarter Aschenmasse. Darüber folgen 0,6 m tonige Kalkplättchen, 1 m schiefriger Sandstein, während der 8 m mächtige Abraum aus blaugrauen Tonen besteht." Was die Rolle dieses wichtigen Aufschlusses in der geologischen Literatur anbelangt, so konnte ich auch schon in Walchners „Handbuch der Geognosie", 2. Aufl., Karlsruhe 1846—1851, Fußnote S. 970/71, ein nach Notizen eines Konstanzer Stadtarztes namens Karg angegebenes, sehr genaues Profil finden. Von da an

sind die geologischen Verhältnisse der Oehninger Schichten, insbesondere auch ihre Verknüpfung mit Tuffausbrüchen, zu wiederholtenmalen geschildert worden, u. a. natürlich von Heer[1], dem Bearbeiter der Oehninger Flora. Er macht uns auch bekannt mit dem unterhalb der Oehninger Süßwasserkalke liegenden Vorkommen von Phonolithtuff, das nach dem Befunde Escher von der Linth[2] „durch seine Pisolithkörner, seine Kalksteinbrocken, seine runden und kantigen, bis faustgroßen Stücke schwärzlichen, feinkörnigen Granits lebhaft an die Phonolith- und Basalttuffe des nahen Höhgaues erinnert“ (Heer a. a. O.). Walchner konnte seinerzeit auch noch die tektonischen Störungen feststellen, mit welchen die Ausbrüche der Tuffe verknüpft waren (a. a. O. S. 971): „In beiden Steinbrüchen hat man bei weiterer Auffahrung einzelne Schichten am Rande der Ablagerung oder in der Tiefe in der Nähe des Sohlegesteins aufgerichtet, stark verworfen und auch teilweise zertrümmert gefunden.“ Auch Schalch konnte noch die Oehninger Steinbrüche in Betrieb sehen und gibt uns über die Stellung des Phonolithtuffes folgendermaßen Aufschluß: „So sieht man im Abraum des unteren Bruches völlig ungestörte Schichten eines braungelben oder rotbraunen, an Bröckchen von Schwarzwaldgraniten und Kalksteinstückchen reichen tonigen Gruses mit Zwischenlagen von Mergeln und dünnen Kalkplättchen wiederholt wechsellagern und gleichsam diese letzteren örtlich vertreten. Die Enden der Kalkzwischenmittel schneiden zum Teil scharf ab, so daß dadurch verbindende Brücken zwischen den einzelnen Tufflagen hergestellt werden“ (Geolog. Karte der Schweiz XIX 2, S. 133). Schalch und Walchner beurteilen in diesen Zitaten die tektonischen Verhältnisse der Oehninger Schichten ganz verschieden. Der Widerspruch wäre wohl am besten zu lösen durch die Annahme, daß bei den Beobachtungen Schalchs die von Walchner etwa 30 Jahre früher angegebenen Stellen wieder verstürzt gewesen seien.

Für das obermiozäne Alter der Tuffausbrüche sprechen auch die von O. Fraas, Schalch, Erb u. a. angeführten Funde von *Helix geniculata* Sandb. und *H. insignis* (Schuebler) Ziet. Dies kann ich durch selbstgesammelte Exemplare vom Rosenegg und vom Philippsberg bei Welschingen bestätigen.

Die Lagerung der Tuffe wird sich im einzelnen am besten

[1] Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1865, S. 457 ff.

[2] Oehningens geologische Stellung. In Hermann v. Meyers „Fauna der Vorwelt“ 1845.

verstehen lassen, wenn man, wie es vorstehend geschehen ist, die Art und den Ort ihrer Sedimentation berücksichtigt. In Süßwasserseen abgelagerte Aschen werden eine richtige Schichtung und im allgemeinen horizontale Lagerung aufweisen. In allen übrigen Fällen zeigen sich große Abwechslung und wenigstens scheinbare Unregelmäßigkeit. So ist auf dem Plateau zwischen Weiterdingen und dem Mägdeberg ein kleiner Bruch in Betrieb, in welchem eine zum Ausdruck kommende Schichtung ein Gefälle gegen den unweit liegenden Mägdeberg erkennen läßt. In diesem Falle wird eben anzunehmen sein, daß der Ausbruchspunkt, welcher den Tuff dieser Lokalität lieferte, nicht gerade der Mägdeberg gewesen zu sein braucht. Mit dieser Auffassung deckt sich die Annahme, es könnten unter der Tuffdecke noch weitere ehemalige Krater, ja sogar Phonolithköpfe verborgen sein, wie ja das durch den kleinen, nur wenig aus dem Tuff herausgeschälten Gennersbohl, östlich von Hilzingen, bewiesen wird.

Die gesamte **Verbreitung** der Phonolithtuffe des Hegaus und des ihm südöstlich benachbarten Schienerberges möchte ich unter dem Gesichtspunkte der **tektonischen Anordnung** behandeln (vgl. die Kartenskizze S. 16); das ist bis jetzt teilweise, aber noch nicht umfassend geschehen. Die schon berührte Linie Hohentwiel—Hohenkrähen drängt sich bei einem Blick auf die Karte zu sehr auf, als daß dieselbe bisher noch nicht genannt worden wäre (O. Fraas, Schalch, Erb). Ebenso verhält es sich mit der Richtung Plörenberg—Staufen—Mägdeberg. Die Verlängerung der erstgenannten N—S-Richtung (Hohenkrähen—Hohentwiel) trifft auch das Rosenegg und weiter südlich noch das untere Bibertal, wo zwischen Hemishofen und Ramsen beim Karolishof ein Tuffhügelchen das letzte vulkanische Vorkommen gegen den Rhein zu darstellt. Merkwürdig ist nun, wie der Tuff des Hohentwiels gegen das aus dem gleichen Material bestehende Rosenegg in einem deutlichen, großen Sporn sich südwärts zuspitzt. Bl. Hilzingen der Karte 1 : 25000 zeigt dies ausgezeichnet. Wenn aber die Vulkanreihen tektonischen Linien entsprechen sollen, dann müssen wohl auch tektonische Vorgänge die östlich von der Vulkanreihe Krähen—Twiel und mit ihr gleich verlaufende Depression bedingt haben, welche dann ihrerseits in der Eiszeit dem Bodenseegletscher seine Richtung und den Ort seiner Erosions- und Überschotterungstätigkeit anweisen mußte.

Mit der eben behandelten Linie geht, direkt im Westen anschließend, ein ganzes System von N—S verlaufenden Reihen parallel,

Engen
Aach
Stockacher Aach
Überlingen
H. Höwen
Wsch.
Mühlhausen
M.
Schw.
H. Krähen
Aach
H.
Wt.
D.
Stoffeln
St. H.
Twiel
Singen
Radolfzell
Mindel-See
Mainau
Gb.
Hilzingen
Plörenb.
Barzheim
Heilsb.
Jg. B.
Hardtb.
Galgenb.
Aach
R.
Rosenegg
A. W.
B.
G.
Reichenau
Biber
Schiener Berg
Oberwaldhof
.708
Carolishof
H.
Öhningen
Wangen
Stein
714.
K.
Massstab 1=200 000.
ABKÜRZUNGEN:
Phonolith=Kuppen:
G.B.=Gönnersbohl; M.=Mägdeberg.
Schw.=Schwintel, St. Staufen.
Phonolith = Tuff:
Jg. B.=Jungkernbühl.

deren jede eine mit Tuffmaterial überschüttete Spalte bedeutet. Lokal drang zudem noch das Phonolithmagma hervor, welches die Kuppen aufbaut. Von diesen weiteren Spalten, soweit sie zum Phonolithgebiet gehören, scheinen mir höchstens noch drei deutlich genug erkennbar zu sein. Wenigstens erhält man durch die Verbindung von Staufen, Plörenberg und Heilsberg-Tuff im Süden bzw. mit Schwintel, Mägdeberg und Philippsberg im Norden parallele, N—S verlaufende Linien; diese streichen demnach gleich mit der Richtung Hohentwiel—Hohenkrähen. Und über diesen drei Spalten, zu denen sich wahrscheinlich noch mehrere nicht erkennbare gesellen, liegen auch die beinahe kontinuierlichen Tuffvorkommen des Plateaus östlich von Duchtlingen und die mehr vereinzelten und kleinen Tuffablagerungen im Duchtlingen-Weiterdinger Tälchen bzw. an dessen Abhängen. Sie lassen sich aber nicht auf die einzelnen Spalten verteilen. Der oben als Beispiel eines kleinen, kaum aus dem Tuffe erodierten Phonolithköpfchens genannte Gönnersbohl liegt in der Linie Mägdeberg—Plörenberg, nur wenig nördlich vom letzteren.

Jetzt soll aber noch gezeigt werden, wie wichtig die Verbindung der Phonolithtuff-Vorkommen in der Richtung W—O beziehungsweise WNW—OSO ist. So liegt z. B. der Tuff von Gottmadingen in einer geraden Linie mit den Ausbruchspunkten Rosenegg, Jungkernbühl bei Rielasingen, dem Hardtberg bei Worblingen und dem Galgenberg bei Bohlingen. Die letzten drei Vorkommen aber gehen auf eine Parallele zum nördlichen Steilabfall des Schienerberges. Daß es sich um eine tektonische Linie handelt, dürfte demnach kaum zu bezweifeln sein. Ebenso scheint es mir leicht möglich, daß sich die Reihe Philippsberg—Mägdeberg—Schwintel—Hohenkrähen in einer Spalte weiter südostwärts fortsetzt; denn ihre Fortsetzung fällt fast mit der Längsachse des Bodensees zusammen. Eine dritte Linie verbände vielleicht die sonst isolierten Tuffvorkommen vom Bühlhof und vom Salenhof auf dem Schienerberg mit demjenigen beim Karolishof im untern Bibertal. Die östliche Verlängerung würde dann unter Abschneidung des im Wolkenstein, Hohenklingen und Salen gipfelnden südlichen Teiles des Schienerberges das Südufer des eigentlichen Untersees von Berlingen bis Ermatingen entlang verlaufen. Von großem Interesse scheint mir schließlich besonders noch die Verbindung zweier anderer Tuffvorkommen vom Schienerberg, nämlich desjenigen oberhalb von Wangen mit dem vom Oberwaldhof. Wir treffen nämlich durch sie gegen NW die Ausbruchsstelle von Gottmadingen, schneiden den Südwesthang des Heils-

berges ab und den Nordosthang des ihm westlich benachbarten Berges bei Barzheim und schließlich ganz genau den mit der Randenverwerfung parallel laufenden „Spöckgraben", der über Riedheim entwässert. Zudem geht diese Richtung genau parallel mit der Verbindungslinie des höchsten Schienerberges (708 m zwischen Langenmoos und Schienen) und der höchsten Molasseerhebung des Thurgaus am See, welche bei Salen -Reutenen 718 m erreicht. Die Tuffe des Schienerberges hängen also wahrscheinlich mit einer Absinkung des südwestlichen Teiles dieses Molasseberges zusammen, eine Annahme, die sich völlig deckt mit den oben mitgeteilten Beobachtungen Walchners (a. a. O.), wonach die mit den Tuffen verknüpften Süßwasserkalke die heftigsten Verwerfungen und Störungen aufweisen. Ferner darf ich wohl noch darauf hinweisen, daß in neuester Zeit Schmidle[1] die Trennung der einstens verbundenen Molassehöhen des Schienerberges und des Thurgaus durch den südlichen Arm des Untersees auf Erosionsvorgänge der Eiszeit zurückführte. — Als Mittelpunkt der vulkanischen Ausbrüche des Hegaus überhaupt nimmt Schalch nicht die Phonolithe oder die ihnen zugerechneten Tuffe, sondern die basaltischen Eruptionen an, welche aus einer von Riedheim über Pfaffwiesen, Hohenstoffeln und Hohenhöwen zum Höwenegg bei Immendingen ziehende Spalte erfolgten.

Die Ansicht von O. Fraas, daß die vulkanischen Aschen des Schienerberges vom Hegau aus durch Winde dorthin transportiert worden seien, möchte ich, im Hinblick auf die erwähnten tektonischen Beziehungen des Schienerberges, höchstens nur für einige feinkörnige Lagen im Süßwasserkalke, aber auch für diese nicht gern, gelten lassen. Die Verwerfungen an Ort und Stelle (Walchner) sprechen auch für die Möglichkeit lokaler Eruptionen, ebenso die auch auf dem Schienerberg gefundenen Einschlüsse von Granit und Kalksteinen. Es ist wohl nicht wahrscheinlich, daß diese vom Hegau herübergeweht wurden. Bis zum Schienerberg mag die Hauptüberdeckung des Hegaus mit Asche gereicht haben und die Zerteilung dieser Decke in einzelne „Inseln" erst durch spätere Erosion eingetreten sein; auf dem Schienerberg selbst aber entstanden wohl nur eine vorübergehende Tuffdecke von geringer Mächtigkeit oder gar nur einige lokale Überschüttungen. Denn die dort wirken-

[1] W. Schmidle, Über Riedel- u. Talbildungen am nordwestlichen Bodensee. Mitteilungen d. Bad. Geol. Landesanstalt VI (1908), 1. Heft, S. 35—37.

den vulkanischen Kräften haben offenbar die Intensität des gleichzeitig im Hegau tätig gewesenen Vulkanismus nicht erreicht. Dafür spricht vor allem die geringere Zahl der Tuffvorkommen und das gänzliche Fehlen phonolithischer Kuppen. Die vulkanischen Ausbrüche des Schienerberges dürften also mit dem ersten Akt der vulkanischen Tätigkeit des Hegaus, mit der Förderung der Tuffe, ihr Ende erreicht haben und somit im wesentlichen mit der Bildung der Tuffröhren bei Urach auf der schwäbischen Alb auf eine Stufe zu stellen sein.

Wie die Aschendecken des Hegaus und des Schienerberges in die einzelnen Lokalitäten erodiert und die Phonolithkuppen bloßgelegt wurden, das war erst zu erkennen, als man die Wirkungen der Eiszeit, d. h. des Bodenseegletschers und seiner Schmelzwässer, in den verschiedenen Stadien kennen lernte. Die Moränen des Hegaus wurden hinsichtlich ihres Alters von Penck und besonders eingehend von Schmidle untersucht und entsprechen dem Maximalstand und den ältesten Rückzugsphasen der letzten Eiszeit (der Würmeiszeit). Der Maximalstand des Würmgletschers überschritt gerade noch die Westgrenze des Phonolith- gegen das Basaltgebiet hin und reichte bis an die Abhänge des Hohenstoffeln. In der vorletzten, der Haupteiszeit (Rißeiszeit), erstreckte sich der Gletscher noch über das Phonolithgebiet hinaus, im Nordwesten bis auf den Randen (Gegend von Thengen—Blumenfeld), im Westen bis an den Steilabfall dieses Gebirges bei Lohn (Randenverwerfung). In den die Phonolithtuffrücken begleitenden Niederungen sind die Rückzugsphasen der Moränen der letzten Eiszeit deutlich zu sehen; so lassen sich in der das Tuffplateau Mägdeberg—Hohenkrähen—Hohentwiel im Osten begleitenden Depression von Norden nach Süden zu immer jüngere, konzentrisch angeordnete Moränenbögen ausgezeichnet beobachten, welche Schmidle der ersten und zweiten Rückzugsphase des Würmgletschers zuweist. Die noch weiter südlich, zunächst bei Singen liegende und von der Schwarzwaldbahn durchschnittene Moräne, auf welcher die Festspielhalle steht, und die bis zum Rosenegg hinüberreicht, rechnet Schmidle zur zweiten Phase. Durch diesen, als Zeuge für die ehemalige Vergletscherung einem jeden Besucher des Hegaus leicht auffälligen Moränenkomplex vermag man einerseits am besten die Mitwirkung des Eises bei der Erosion der Tuffe nachzuweisen; anderseits zeigt uns die Lage der Moränen sehr gut, wie der Gletscher der tektonischen Linie, in diesem Falle der die Richtung Hohentwiel—Hohenkrähen—Mägdeberg—Philippsberg

begleitenden Depression, folgte. Auf der topographischen Spezialkarte kommen diese Verhältnisse schön zur Geltung. Von Interesse scheint mir ferner der trogförmige, breite Taleingang zwischen dem Plörenberg und dem Hohentwiel zu sein, welchen die von Singen nach Hilzingen führende Landstraße benützt. Namentlich vom Gönnersbohl aus (östlich von Hilzingen) hat man durchaus den Eindruck, als habe man es mit einer glazialen Wanne zu tun. Noch an einigen andern Beispielen möchte ich zeigen, wie die erodierenden und die auffüllenden Kräfte des Gletschers und seiner Schmelzwässer für die Gestaltung der Tuffe von Bedeutung waren. Die vorhin genannte Depression setzt sich in der Umgebung von Singen ostwärts bis zum Zeller See und südwärts bis Arlen fort[1] und wurde in ihrem ganzen Bereich von gewaltigen Schottermassen der Schmelzwasser des Bodenseegletschers eingenommen. Die Schotter wurden durch die Schwankungen des Gletschers teilweise vom Eise wieder überschritten und mit Moränen bedeckt. Ähnlich wird die Depression in der Umgebung von Hilzingen von solchen glazialen Ablagerungen eingenommen. Deckenschotter sind im Hegau nicht bekannt geworden, liegen aber auf dem Schienerberg bei der Schrotzburg und auf dem Höhenzug Hohenklingen—Wolkenstein. Auf den Tuffanhöhen des Hegaus fehlen indessen die Anzeichen der glazialen Einwirkungen keineswegs. Die höchsten Rücken sind von Grundmoräne meist zusammenhängend verhüllt; auch wäre es nicht unmöglich, daß die in dem Landschaftsbilde so auffällig ausgeprägte Gleichmäßigkeit der Höhenverhältnisse von der glazialen Erosion herrührt, welche bekanntlich flächenartig (in die Breite) wirkt. Kommt doch die abtragende Wirkung des Gletschers in klassischer Weise am Hohentwiel zur Geltung in der Entblößung seiner ursprünglich in den Tuff eingepreßten Masse. Diese Tatsache wird noch von O. Fraas (a. a. O.) durch die auf dem Gipfel des Berges gefundenen glazialen Geschiebe bekräftigt. Auch läßt sich hier auf die bis in die glazialen Ablagerungen bei Schaffhausen, Meßkirch, Sigmaringen und Riedlingen an der Donau verschleppten Phonolithgeschiebe bzw. -Blöcke verweisen (O. Fraas, Schalch). Daß der Schienerberg ebenfalls vom Gletscher überschritten wurde, und daß also seine Phonolithtuffe der glazialen Erosion anheimfielen, zeigen die Moränen und jüngere Schotter auf ihm oder an seinen Abhängen.

[1] Sie reicht also bis zur Linie Rosenegg—Jungkernbühl—Hardtberg—Galgenberg.

Die eben behandelten tektonischen Fragen beanspruchen ein besonderes Interesse, bedürfen aber einer spezielleren Untersuchung. Denn nach ihnen richten sich in hohem Maße die andern geologischen Faktoren und die Verbreitung der Tuffe. Durch Erörterung dieser Fragen zugleich mit den von Erb entwickelten Ansichten über die Zusammensetzung des Gesteins und seine Beziehungen zu den andern vulkanischen Produkten des Hegaus, ferner zugleich mit einem kurzen Hinweis auf die Bedeutung und Art der glazialen Einwirkungen möge der Zweck erreicht sein, dem Gesamtbilde der Tuffe, soweit es der Rahmen dieser Arbeit erfordert, einige neue Züge zu verleihen.

III. Art des Vorkommens der Einschlüsse.

Endlich erfordert die Art des Vorkommens der zu untersuchenden Einschlüsse in den Tuffen einige Bemerkungen. Die Auswürflinge finden sich teils selten und vereinzelt (z. B. am Oberwaldhof auf dem Schienerberg), teils in Menge (am Hohentwiel, am Mägdeberg, am Plörenberg, am Jungkernbühl). Bald sind sie kleine Splitterchen, die man übersehen könnte, bald von Nußgröße, bald von halber bis ganzer Faustgröße, selten messen sie über 2 dm.

Die Form richtet sich durchaus nach der Ursprungsschicht; Schiefer verraten sich durch ihre Flachheit und durch ihre „Spaltbarkeit“; kristalline Gesteine sehen immer eher voluminös aus. Ab und zu trifft man eine zweifellos durch Abspringen eines Teiles entstandene, ganz ebene Fläche; eine solche beherrscht dann durch ihre verhältnismäßige Größe die Form des Gesteins. Da es aber manchmal Einschlüsse und zwar meistens feinkörnige Granite gibt mit mehreren ebenen Flächen, und da bei diesen sogar einspringende Winkel vorkommen, so glaube ich, auch diese Erscheinung auf Abspringen von Gesteinsteilen bei der Eruption zurückführen zu sollen. Feine Risse konnten ja bei der primären Bildung (Absonderung) oder durch das Losreißen des Gesteins von seiner Lagerstätte, endlich durch Erhitzung entstanden sein oder durch das Zusammenwirken dieser Faktoren. Über solche ebenflächig begrenzten Auswürflinge gibt H. Schwarz (a. a. O. S. 238) das nachstehende, im Uracher Vulkangebiet gewonnene Urteil ab: „Hierzu mag bemerkt werden, daß diese gekanteten Bruchstücke hauptsächlich aus sehr hartem Granit bestehen, wie wir ihn am Grafenberg, Höslinsbühl und Rangenbergle gefunden haben. Dieser Granit zeichnet sich

durch seine kleine Korngröße, seine hellrötliche Farbe und durch ganz geringen Gehalt an Glimmer aus.“ Dieses Gebundensein der beschriebenen Formen an feinkörnige Granite gilt auch für das Hegau.

In unsern Phonolithtuffen finden sich auch typische Geröllformen, ganz gerundete von Ei- bis Kugelgestalt und mehr flache. Sie sind im folgenden beim Buntsandstein (Geröllhorizont), beim Muschelkalk, beim Weißjura und beim Tertiär (Juranagelfluh) besprochen. Nach meinen Beobachtungen geht es nicht an, die Geröllformen auf Abstoßung der Kanten zurückzuführen. Eine solche hat zwar bei der Eruption offenbar auch stattgefunden; sie hat aber nie eine volle, gleichmäßige Rundung herbeigeführt. Letztere müßte primär sein. Ähnliches bemerkt H. Schwarz (a. a. O. S. 239) über unvollkommen gerundete Gneise aus dem Uracher Tuffgebiet und spricht von „Kantenbestoßung“!

B. Die mesozoischen und tertiären Einschlüsse.

Im folgenden werden die Auswürflinge mit Rücksicht auf ihr geologisches Alter besprochen. Das Grundgebirge, von dem reichhaltige Kollektionen gesammelt wurden, bedarf einer besonderen Bearbeitung.

Dagegen wurde bis jetzt von paläozoischen Schichten noch keine sichere Spur beobachtet, während das Rotliegende unter den Auswürflingen des Vulkangebietes von Urach vertreten ist, wie wir schon in der Einführung bemerkten. Daher wird im folgenden direkt zur Besprechung des Deckgebirges übergegangen, und zwar kommen zunächst die Auswürflinge aus dem ältesten Gliede desselben, aus der Trias, an die Reihe.

I. Die Triasformation.

a) Der Buntsandstein

ist in einer derartig dürftigen Weise vorhanden, wie sie dem Ausklingen dieser Formation im übrigen südlichen bzw. südöstlichen Baden entspricht. Da überhaupt nur ganz wenige Buntsandsteinbrocken in den Tuffen auftreten, keinesfalls aber solche, von denen wir sagen müßten, sie gehörten dem untern Buntsandstein an, so ist wohl mit Recht anzunehmen, daß diese Stufe auch im Hegau fehlt.

Leicht dagegen ist zu erkennen der mittlere Buntsandstein, und das entspricht wieder den Verhältnissen der Umgebung. Es fanden sich nämlich Vertreter aus den so wohlbekannten, charakteristischen Geröllhorizonten des mittleren Buntsandsteins, im ganzen fünf Stück Quarzite, welche eine typische Geröllform aufweisen. Drei von ihnen spielen in der Größe um einen halben Dezimeter, zwei sind etwa 3 cm groß. Gegen die Zuteilung dieser Auswürflinge zum Buntsandstein sprechen aber zwei Umstände; zunächst die Beobachtung, daß bereits bei Stühlingen die Konglomerate des Hauptbuntsandsteins fehlen. Ferner ist zu berücksichtigen, daß sich Quarzitgerölle auch in der Juranagelfluh finden, die sich bis zum Hegau erstreckt. Also ist es möglich, daß unsere Fundstücke ganz oder teilweise aus sekundärer Lagerstätte stammen.

Bezüglich des Auftretens eigentlicher Buntsandsteine mag an das erinnert sein, was O. Fraas in der Beschreibung zum Atlasblatte Hohentwiel (S. 5) mitteilt: „An echtem Triasgestein fehlt es ebensowenig, wie wir denn im Tuff westlich vom Hohentwiel ein fast kopfgroßes Stück des echtesten Buntsandsteins aufgelesen haben, das sich von dem anstehenden Sandstein des Schwarzwaldes in nichts unterscheidet."

Ein von mir gemachter Fund gleicht sehr weitgehend einem „gelblichgrauen, glimmerigen, dolomitischen Sandsteinschiefer unter den roten Schieferplatten", wie er den F. F. Sammlungen aus dem oberen Gauchachtale einverleibt wurde. — Ein weiteres, mehr gelblichweißes und ziemlich glimmerreiches Stück von feinem Korne dürfte etwa den Zwischenschichten entsprechen. So hätten wir den oberen Buntsandstein, wenn auch nur vereinzelt, vertreten. Diese Dürftigkeit ist aber leicht zu erklären aus der nach Osten gleichmäßig zu beobachtenden Mächtigkeitsabnahme des Buntsandsteins überhaupt. Ist doch die Formation, während sie bei Bonndorf noch 19,5 m mißt, bei Schleitheim im nordwestlichen Kanton Schaffhausen auf den geringen Betrag von 11 m reduziert. Für die weitere Fortsetzung des Buntsandsteins unter den Hegau haben wir also wohl einen noch geringeren Betrag anzunehmen, indem sowohl unterer als mittlerer Sandstein fehlen und der obere stark reduziert erscheint.

Die etwas spärlichen Funde von Buntsandstein finden immerhin noch eine Ergänzung und Bestätigung durch einige Brocken dieses Gesteins, die neuerdings in den Tuffen des basaltischen Höweneggs gefunden wurden. Die Mitteilung über diese wahr-

scheinlich aus dem oberen Buntsandstein losgerissenen Auswürflinge verdanke ich den Herren Professor Dr. Deecke und † Dr. R. Neumann.

b) Der Muschelkalk

ist bei den Einschlüssen an seiner meist grauen und nur in seltenen Fällen erheblich veränderten Farbe und an seinem Korne zu erkennen. Auch verleugnet er den bekannten muscheligen Bruch nicht.

Der **untere Muschelkalk** lieferte mehrere Exemplare von Wellenkalk. Wenigstens gleichen einige von den Muschelkalk-Einschlüssen einem „rauchgrauen, feinkörnig-kristallinischen, dolomitischen Kalke, schwache Bänke bildend“ aus Obereggingen im unteren Wutachtal (F. F. Sammlung). Die Ähnlichkeit spricht sich nicht nur in Farbe und Feinheit des Kornes ganz überraschend aus, sondern auch in der Härte und Sprödigkeit sowie in der Glätte und Flachheit des Bruches. Zwei andere Einschlüsse gleichen mehr einem „grauen, feinkörnigen, glimmerigen, dolomitischen Kalke mit brauner Verwitterungsrinde“ aus Mergelschiefern des Wellenkalks von Dellingen bei Waldhausen (Amt Donaueschingen). Ferner zeigt sich bei dem einen der hierhergezogenen Einschlüsse eine Braunfärbung, die ganz der genannten, durch Zersetzung entstandenen entspricht. Derartige Einschlüsse sind meist klein und zeigen in der Mehrzahl eckige Formen. Für spätere Betrachtung erscheint von Wichtigkeit ein vom Jungkernbühl bei Rielasingen stammendes, ausgesprochenes, fein gerundetes und geglättetes Geröllstück, ein Geröll jedoch, bei welchem das eine Ende wie mit einem Beile abgehauen ist. Die Form wäre also auch zu vergleichen mit dem gestauchten „Ei des Kolumbus“.

Vom **mittleren** Muschelkalk fehlen sichere Vertreter. Es müßte höchstens sein, daß wir ein brecciöses und tuffdurchsetztes Stück hornsteinartiger Kieselmasse hierher rechnen können. Es wäre aber nicht unmöglich, daß es sich bei dem betreffenden Gestein um einen kieseldurchsinterten Tuff handelte; Gestein und Sintermasse sind zu innig durchflochten.

Dagegen finden wir den **Hauptmuschelkalk** deutlich und mannigfaltig vertreten. So haben wir Trochitenkalke anzuführen, jedoch nur solche mit ganz spärlichen Trochiten oder ohne dieselben. Ein deutlicheres Exemplar wird bei den Oolithen besprochen. Wo eines der bekannten Stielglieder erhalten ist, sieht man nur noch einen in die übrige feinkörnige, meist hellrötliche oder rötlichgraue Kalkmasse übergehenden Kalkspat mit zahlreichen Spaltrissen. Es scheint

also ein Prozeß der Bleichung und Rötung und der Umkristallisation eingetreten zu sein, derart, daß vielleicht auch einige andere, besonders feinkörnige, hellrot bis hellgrau gefärbte Kalksteine hierher oder zu den Trochitenkalken zu rechnen sind. Sie sehen nämlich der Grundmasse eines trochitenführenden Kalkeinschlusses durchaus ähnlich, wobei die Feinkörnigkeit für die Pemphixschichten sprechen würde. Wenigstens zeigt ein Pemphixkalk von Hüfingen das gleiche Korn, bei etwas dunklerer Farbe. Bedeutend besser scheint mir ein etwas spätiger und rauher Kalk zum Trochitenkalk zu passen, namentlich da er einem solchen vom Stettenbuck bei Hüfingen nahekommt. Ein anderes Stück besitzt feine Punktierung, die als Pseudooolithstruktur (Bl. Blumberg, Erl. S. 8) bezeichnet wird. Eine Reihe von Einschlüssen läßt keine Entscheidung zu, ob dieselben den Pemphix- oder den Nodosuskalken zuzurechnen seien, da dieselben teilweise Handstücken aus dem einen, teilweise solchen aus dem andern Horizonte gleichen. Es fehlt eben hier an Leitformen, aber Muschelkalk sind sie sicher.

Zwei spezielle Horizonte vom Hauptmuschelkalk ließen sich indessen feststellen. Den Lumachellenkalk fand ich zwar nicht in den Phonolithtuffen, aber er ist doch wenigstens noch unter den Basalttuffen des Wartenberges in den F. F. Sammlungen unter der Bezeichnung „versteinerungsreicher Muschelkalk“ vorhanden. In den Phonolithtuffen des Hegaus fanden sich einige Vertreter aus den die Trochitenkalke begleitenden Oolithbänken. Das eine Bröckchen scheint verwittert und rostig zu sein, ist sehr porös und umschließt einige, noch glänzende Trochiten; ein anderer, sehr kleiner, an der Hilzinger Straße am Südostfuße des Hohentwiels gefundener Einschluß ist randlich ganz weiß und erdig, im Kern aber hellgrau und konsistent.

Ein dem Trigonodusdolomit sicher zugehöriger Einschluß ist leider nicht beobachtet. Nur ein gelbrotes, kalkähnliches Gestein sieht einem Schaumkalke aus dem Dolomit des Hauptmuschelkalkes der Burghalde an der Gauchach (No. 225 der F. F. Sammlung) ähnlich. Ein weiterer Einschluß zeigt die beim Trigonodusdolomit häufigen Querschnitte von Schalen, am wahrscheinlichsten von *Terebrateln* oder *Muscheln*.

Über Muschelkalkeinschlüsse aus dem Basalttuffe der Mooshalde bei Geisingen macht Schalch (Erl. zu Bl. Geisingen S. 53) folgende Angaben: „Am zahlreichsten trifft man jedoch eckige, bis 3 cm große Fragmente von rauchgrau bis dunkelgefärbtem, dichtem,

feinsplittrigem Kalk, der sich mit ziemlicher Bestimmtheit als oberer Muschelkalk qualifiziert.“ Von einzelnen Horizonten, wie Oolithen, Trochitenkalk, Nodosuskalk oder von Versteinerungen wird nichts Näheres angeführt.

c) Der Keuper

verhält sich in der **Lettenkohle** wie der untere Buntsandstein. Er ist nämlich auf Bl. Blumberg bereits auf 1,5 m reduziert (S. 11 der Erl.). Daraus wird es begreiflich, daß ich nicht in der Lage bin, irgend ein Gestein zu nennen, welches ich den Schichten der Lettenkohle zuweisen könnte.

Entsprechend der bedeutenden Mächtigkeit des **mittleren** Keupers westlich vom Hegau finden wir vor allem dessen mächtigste Sandsteinbildung, den Schilfsandstein, deutlich vertreten. Es handelt sich da um drei Stücke schwarz oder grau und rötlich gestreiften, mergeligen Sandsteines, über dessen Zugehörigkeit zu dem genannten Horizont gar kein Zweifel besteht. Das feine Korn bildet, zusammen mit der ganzen Beschaffenheit, vor allem der Färbung, einen zuverlässigen Anhaltspunkt. Das größte Stück, etwa 8 cm lang, ist etwas grobstreifig, mittelhell und besitzt deutliche Geröllform, daneben aber auch eine Spur von schaliger Absonderung. Das kleinere, welches wie das kleinste von einem Aufschluß an der von Singen nach Hilzingen führenden Straße stammt, ist fast ganz schwarz. Diese beiden Stücke zeigen eine feinere Streifung im Querbruche als das große. Das Auftreten gerundeter Formen bei den Schilfsandsteinen läßt wie bei den Quarzitgeröllen des Buntsandsteins den Gedanken an eine sekundäre Lagerstätte (Juranagelfluh) aufkommen.

Ein weiterer Einschluß dürfte wohl dem Stubensandstein zuzuweisen sein. Es ist ein 8 cm langer, hellgefärbter, etwas arkoseartiger Brocken. Er besteht aus lauter Quarzkörnern von verschiedener Größe. Während die meisten derselben über 1—2 mm nicht hinauskommen, erreichen andere bisweilen 3 – 5 mm. Die Körner sind jeweils deutlich von einem anscheinend calcitischen Häutchen umgeben; hierdurch mag sich auch das starke Aufbrausen des Gesteins mit verdünnter Salzsäure erklären. Seinen Charakter als Stubensandstein erhält es insbesondere durch mehrere von ihm eingeschlossene Mergelbröckchen, die eine Größe von 1—2 cm erreichen. Von Wichtigkeit ist die Frage, ob der Stubensandstein vermöge der Mächtigkeitsverhältnisse im Nachbargebiete als anstehend unter dem Hegau zu erwarten sei. Auskunft hierüber gibt uns zunächst eine Angabe Schalchs in den Erläuterungen zu Bl.

Geisingen (S. 17), wonach der Stubensandstein 2—3 m im Maximum erreicht. Nach dem gleichen Autor beträgt die Mächtigkeit auf Bl. Blumberg bis 2 m (S. 16 der Erl.), und nach einer gütigen Mitteilung desselben keilt der Stubensandstein im südlichen Teile des eben der Vollendung entgegengehenden Blattes Stühlingen aus. Das Gebiet der Phonolithtuffe liegt aber gerade auf derselben geographischen Breite wie das Grenzgebiet der Blätter Blumberg und Stühlingen. Es ist demnach anzunehmen, daß der Stubensandstein unter dem Hegau oder zum mindesten unter einem Teile desselben, bis zum Hohentwiel noch vorkommt, aus dessen Tuffen der Auswürfling aufgelesen wurde.

Die Mergelhorizonte des mittleren Keupers sind, bis auf einen, nicht sicher zu identifizieren gewesen. Ein zuverlässiger Fund ist ein weißer, von einer spätigen Ader durchsetzter Mergelknollen. Er ist etwa eigroß und gleicht ganz einem Knollen aus dem Zanclodonmergel der „Materialgrube“ zwischen Pfohren und Neudingen (geol. Institut Freiburg). — Eine spezielle Lage der Keupermergel läßt sich bei einem hellbraun bis grünlich gefärbten Mergel mit kleinen, rot abstechenden Flecken (oder Knöllchen?) leider nicht bestimmen. Immerhin gleicht er doch sehr einem „grünen und roten Tonmergel“ von der Ewattinger Steige (No. 87 des Keupers der Donaueschinger Sammlung). Auch ein grauer bröckliger Mergel, ferner ein gehärteter, grünlicher und von weißen, dünnen Schichten durchsetzter Tonmergel dürften dem mittleren Keuper zuzurechnen sein.

Der obere Keuper, die **Contortaschichten,** waren, entsprechend ihrem Fehlen in den benachbarten Landesteilen, unter den Einschlüssen der Phonolithtuffe nicht nachzuweisen.

Die unterirdische Ausdehnung der Keupertafel wird durch Belegstücke der Herren Professor Dr. Deecke und † Dr. Neumann aus den Basalttuffen des Höweneggs bestätigt. Sie fanden neben den oben erwähnten Buntsandsteinbrocken Keupermergel und Stubensandstein. Und aus dem Basalttuffe des Wartenberges bei Geisingen (Bl. Geisingen, Erl. S. 52) erwähnt neuerdings Schalch „hellgelblichgraue eckigbröcklige Mergel (mittlerer Keuper?)“.

II. Die Juraformation.

Jurabruchstücke finden sich sehr häufig in den Phonolithtuffen des Hegaus, und daß darunter Weißjura in besonderer Menge und

in besonders großen Exemplaren vorkommt, ist bei der Nähe dieser Formation nicht zu verwundern. Aber auch die untere und die mittlere Abteilung der Juraformation lassen sich in zahlreichen Stücken feststellen.

Der üblichen Einteilung folgend, ist festzustellen, daß

a) der schwarze Jura

bezüglich seiner unteren Abteilung ganz charakteristisch vertreten ist. Es lassen sich sowohl Stücke finden, welche dem Lias α, als auch solche, welche dem Lias β des Randengebiets durchaus gleichen.

An der Zusammensetzung der untersten Lage des Lias α, der Psilonotusschichten, nehmen vorwiegend mehr oder weniger fossilarme Tone, sog. „Schwaichel" teil; ähnliche Tone spielen aber auch in höheren Abteilungen (z. B. die Turneritone) eine Rolle. In der Tat wurden aus den Phonolithtuffen viele, meist sehr stark gehärtete Tone gesammelt. Immerhin zeigen solche Einschlüsse toniger Gesteine einige Unterschiede in der Feinheit und Gleichmäßigkeit des Kornes, in der Farbe und deren unterschiedlicher Einheitlichkeit (Auftreten von Flammung usw.). Besonders brauchbar zur Unterscheidung ist das Auftreten oder Fehlen von Glimmer sowie von Fossilresten. So bieten beispielsweise die massenhafte Anhäufung von Schalenfragmenten (*Posidonia* u. a.) oder Algenabdrücke schätzenswerte Erkennungsmittel. Bei Berücksichtigung solcher, in ihrer Gesamtheit bedeutsamer Unterscheidungsmerkmale läßt sich eine Gruppe von Tonauswürflingen absondern, von welcher sicherlich das eine oder das andere Exemplar vermöge seines gleichmäßig feinen Kornes, der Einheitlichkeit der dunkeln Farbe, insbesondere des völligen Fehlens von Glimmer und teilweise auch von Fossilien den Psilonotusschichten zugewiesen werden darf. Also die Gesamtheit der so gekennzeichneten und häufig gefundenen Tone mag von dem schwarzen Jura losgerissen sein, aber welche Stücke dem Schwaichel und welche den Turneritonen angehören, das möchte ich bei einzelnen der in Rede stehenden Fragmente nicht entscheiden ohne Fossilien.

Es fehlt aber auch nicht an petrographisch oder durch Fossilführung als den Psilonotusschichten zugehörig erkennbaren Brocken. Dies gilt z. B. von einem schwarzgebrannten, gehärteten, schiefrigen, vom Hohentwiel stammenden Tone, in welchem sich eine winzige, nur wenige Millimeter große Schnecke befindet. Diese zeigt bei

spitziger Gestalt verhältnismäßig hohe und deutlich querverzierte Umgänge. Quenstedt bildet in seinem „Jura“, Tab. 5 Fig. 30, ein ganz ähnlich aussehendes, etwas cerithienartiges Schneckchen ab, welches ebenfalls den Psilonotusschichten angehört und als *Turritella unicarinata* benannt ist. Ein anderes Tongestein von schwarzgrauem Material ist auf den Schichtflächen ganz von feinen Kalkhäutchen durchsintert. Diese Erscheinung sowie das Fehlen von Fossilien sprächen für eine Herkunft aus den untersten Psilonotusschichten.

Ferner verdienen einige Stücke dunkeln, mergeligen bis tonigen Schiefers vom Hohentwiel („Twielfeld“) Erwähnung, welche, und besonders das größte derselben, eine deutliche Schieferung im Querbruch und einzelne unregelmäßig verteilte, fein kristallinisch-körnige bis sandigmergelige Flecken erkennen lassen. Diese fleckenartigen Übergänge zu kristallinisch-körniger Beschaffenheit zeigen sich mit unregelmäßigen, etwas zerlappten Umrissen auch im Querbruch. Derartige „Schweifungen“ sind gerade an manchen Psilonotustonen zu beobachten. Die genannten Stücke enthalten meist kleine Schalenfragmente; eines enthält ein nicht mehr genau bestimmbares Bruchstück einer *Monotis*.

Die Angulatusschichten sind durch einen Sandkalk mit feinen Muscheltrümmern vertreten, welcher dem Horizonte mit den Mergeleinschlüssen und Mergelgeoden angehört. Das Stück besitzt die charakteristische Eisenschüssigkeit und gleicht in hohem Maße zwei solchen der F. F. Sammlung zu Donaueschingen, welche in Sunthausen bzw. Sumpfohren unweit Donaueschingen aufgesammelt wurden (No. 28 bzw. 33 der F. F. Lokalsammlung, Abt. Lias). Diesen geodenführenden Schichten dürften wohl einige *Toneisenstein-Geoden* selber zuzurechnen sein, welche sich außer durch ihren dichten, steinigen Habitus durch die einen Eisengehalt verratende gelbliche Färbung kenntlich machen. Von dieser hebt sich nur der mehr ins Graue gehende Kern ab. Das gilt insbesondere von dem kleineren Stück. Das größere besitzt einen auffällig starken, von den vulkanischen heißen Wässern herrührenden Opalüberzug. Weitere derartige Funde zeigten mehr Ähnlichkeit mit Geoden des Opalinustones.

In gut erkennbaren Stücken und in verschiedenster Gesteinsausbildung ist der Arietenkalk ausgeworfen worden. Wir haben sowohl ein charakteristisches Exemplar aus den „dunkelgrauen, harten, mehr oder weniger kristallinischen Kalkbänken“, als auch

von den „schwachen Mergelzwischenmitteln“, welche Schalch als Bestandteile der Arietenschichten des Blattes Blumberg erwähnt (Erl. zu Bl. Blumberg S. 18). Der kristallinische Kalkbrocken gleicht vollkommen einem Handstück von grauem, kristallinem Arietenkalk aus Sumpfohren bei Donaueschingen, der Farbe nach noch etwas mehr einem nur schwach ins Bläuliche spielenden Arietenkalk von Ewattingen. Das in Rede stehende Stück läßt sich bei genauer Untersuchung keineswegs mit den „Blauen Kalken“ des mittleren braunen Juras verwechseln, da es nicht im entferntesten so dicht ist wie diese. Auch vor einer Verwechslung mit Hauptmuschelkalk von gleicher Korngröße hütet uns das Fehlen der Spätigkeit und der Porosität. An Fossilien läßt der Kalk nur einen wenig herausragenden Teil einer *Serpula* erkennen. Auch die als „Mergelzwischenmittel“ (Schalch, Erl. zu Bl. Blumberg S 18) bezeichneten Lagen sind ganz deutlich vertreten. Insbesondere zeigen sich diese die Arietenkalke begleitenden Anhäufungen von Schalenfragmenten in einem schönen Exemplar mit der als gutes Leitfossil bekannten *Spiriferina Walcotti* Sow. Die charakteristische Punktierung der Schale ist unschwer festzustellen. Die petrographische Beschaffenheit geht bis in die Einzelheiten mit derjenigen gleicher Schichten der Baar. Sogar ein während der Untersuchung gerade zur Verfügung stehendes Handstück vom Dinkelberg bei Lörrach-Basel zeigte nicht die geringsten Unterschiede.

Vom Lias β finden sich eine Anzahl von Tongesteinen, welche solchen in der F. F. Sammlung zu Donaueschingen ganz und gar gleichen. Sie teilen mit ihnen das häufige Vorkommen von gelblicher Fleckung und Flammung auf grauem Grunde. Die Tone zeichnen sich ferner aus durch einen beträchtlichen Gehalt an Glimmer und durch eine im Querbruch erkennbare, meist feine Schichtung oder Schieferung. Hierher, wenigstens zu Lias β, möchte ich noch zwei Mergelstücke stellen, welche beide deutlich vereinzelte Körner von der Größe feinen Schrotes umschließen, d. h. sie führen *Ostracoden* (*Cypris*?), und diese sind ja aus Lias β bekannt. In Betracht kämen außer β allerdings auch die Amaltheentone (ε), von welchen ein Exemplar der F. F. Sammlung in Donaueschingen die *Ostracoden* gerade so enthält. Färbung und Flammung der beiden Stücke, deren Art für β spricht, müßten dann freilich als weniger charakteristisch angesehen werden als das Zurücktreten des Glimmers. In dem einen Stück ist auch ein Fischzähnchen (von einer nicht näher zu bestimmenden Spezies eines *Ganoiden*) eingebettet, das bei

einer Länge von etwa 2 mm spitzig und flach aussieht. Der dunkle Schmelz zeigt noch lebhaftesten Glanz. Ferner ist ein glimmerfreier, ganz hellgrauer, von mehr feinsandigen, hellgelben Flecken durchsetzter Ton des Lias β mit gut erkennbarer Schichtung zu erwähnen. Ein anderes Stück ist dem eben beschriebenen fast genau gleich, nur dunkler und ein wenig glimmerhaltig.

Der Reichtum an Fragmenten der Turneritone ist ganz natürlich, wenn wir bedenken, daß diese Schichtenabteilung auf Bl. Blumberg bis 12 m mächtig wird (S. 18 der Erläut.). Die Turneritone lassen sich von den Opalinustonen durch das Fehlen von Schalentrümmern wohl unterscheiden, auch von solchen Opalinustonen, die sich gelegentlich an Glimmer anreichern. Diese und andere der eben beschriebenen Eigenschaften der Turneritone fand ich übereinstimmend bei einigen der benützten Vergleichsstücke aus der Baar und dem Wutachgebiet in den F. F. Sammlungen zu Donaueschingen. So gibt der Katalog unter „Lias 77 β Turneri-Ton“ die folgenden Eigenschaften eines Vergleichsstückes an: „Grauer, bröckeliger Schieferton ohne Versteinerungen.“ Vergessen ist die Angabe des Glimmers, der sich freilich erst, dann aber sehr deutlich, nach Bloßlegung einer Schieferfläche zeigt. Genauer charakterisiert sind dagegen No. 76 als „grauer, gelbgefleckter, glimmeriger, fetter Schieferletten“ und No. 78 als „bräunliche, feinglimmerige, sandige Mergel, welche der schwäbischen Pholadomyenbank zu entsprechen scheinen und ihr Lager zwischen 76 und 77 haben“. 76 und 78 wurden bei Hausenvorwald (Bezirk Donaueschingen) gesammelt. Genannt sei noch No. 75, „grauer, gelbgefleckter, fetter Schieferletten“ von Überachen an der Wutach, schließlich zur Identifizierung der zuletzt behandelten Gruppe von Einschlüssen hingewiesen auf Schalchs Bemerkung über die Turneritone in den Erläuterungen zu Bl. Blumberg (S. 18): „Versteinerungen sind außerordentlich selten.“ Auch ich fand in den hierher gezogenen Einschlüssen keine Versteinerungen trotz eifrigen Zerkleinerns und Zerschieferns; im übrigen aber stimmten sie auch in den angegebenen Eigenschaften mit den erwähnten Vergleichsstücken der F. F. Sammlung ausgezeichnet überein.

Der mittlere Lias lieferte ein ansehnliches Stück Cymbiumkalkes mit dem Habitus eines solchen von Hausenvorwald unweit Donaueschingen (F. F. Lokalsammlung Donaueschingen, Lias No. 90). Er dürfte einem „grauen, etwas sandigen Mergel“ des genannten Horizontes, wie ihn Schalch in den Erläuterungen zu Bl. Blumberg

(S. 19) angibt, zuzurechnen sein, zeigt im übrigen eine Fleckung von hellen und dunkeln Stellen und ist sehr konsistent.

Vom Jungkernbühl bei Rielasingen stammt ein dunkelgrauschwarzer Tonmergel des Lias δ mit einem deutlichen Bruchstück des *Amaltheus margaritatus* Montf., dessen Zopf wenigstens zu einem kleineren Teile erhalten ist. Der Ammonit ist flach, deutlich sichelrippig und mäßig weit genabelt. Glücklicherweise erhielt sich noch an einem andern, sehr zerbrechlichen, braunen Tonmergel ein weiteres Bruchstück dieses Leitammoniten mit dem Knotenkiele und ließ sich auf Wachs sehr hübsch abdrücken. — In einem zugehörigen Tonmergelstück liegt ein ziemlich vollständiger Abdruck einer *Nucula* mit wohlausgebildeter Area eingebettet. Nach der Ähnlichkeit mit Tafel 23 Abb. 23 in Quenstedts „Jura" dürfte das Exemplar der *Nucula aurita* nahestehen. Es zeigen sich auch an den Schalen die „Ohren", welche der Spezies den Namen geben, und wie sie Quenstedt deshalb auch in dem genannten Werke S. 188 besonders angibt. Ein weiteres, den Amaltheentonen zuzurechnendes Mergelbröckchen weist einen Rest von *Belemnites clavatus* Schl. auf.

Hier möchte ich zwei Funde vom Wartenberge aus der F. F. Lokalsammlung zu Donaueschingen anschließen, nicht nur, weil sie aus dem mittleren Lias losgerissen wurden, sondern deshalb, weil in nächster Nähe westlich von ihrer Fundstelle der mittlere Lias vom oberen und vom Dogger usw. überlagert wird. Wir haben dadurch zwei Beispiele dafür, daß ein Formationsglied gerade an einer solchen Stelle durchschlagen wurde, wo es heutzutage in der Nähe unter den darüberliegenden Schichten an die Erdoberfläche hervortritt. Im Hegau läßt sich diese Beobachtung höchstens am weißen Jura machen; alle älteren Formationen stehen in großer Tiefe unterhalb der Erdoberfläche und in beträchtlicher Entfernung von ihren oberirdisch auftretenden Äquivalenten an. Der Wartenberg darf gerade als einer der westlichsten Ausläufer sowohl der im Hegau auftretenden vulkanischen Produkte, als auch der den Hegau von Westen her umsäumenden Juraplatte genannt werden.

Das eine dieser beiden Stücke (F. F. Sammlung zu Donaueschingen) ist im Kataloge bezeichnet: „124. Wartenberg, Einschlüsse im Basalttuff: Liasmergel mit *Fucoiden*." Ohne die *Fucoiden* würde der braune Mergel mit seinem feinen Korne nicht wenig einem helleren, verwitternden Tuffe selbst oder einem Süßwasserkalke von Hohenkrähen ähneln. Daß wir es wirklich mit einem

marinen Gestein, und zwar einem solchen des schwarzen Juras, zu tun haben, zeigt sich unzweifelhaft aus dem zweiten, mit dem eben beschriebenen petrographisch völlig übereinstimmenden Stücke. Dasselbe ist im Kataloge ebenso bezeichnet, außerdem mit „125. Liasmergel mit *Rhynchonella*“. Marinen Ursprung deutet auch der Abdruck einer *Arca* an. Korn, Farbe und Bruch des Gesteins sowie die Führung von *Fucoiden* sprechen für Lias. Speziell die Mergel aus dem Lager des *Ammonites Jamesoni* (No. 96, 110, 107 der F. F. Lokalsammlung zu Donaueschingen) gleichen sehr den beiden Einschlüssen vom Wartenberg. Die *Fucoiden* stimmen mit solchen von Handstücken des Lias δ überein. An den ebenfalls fucoidenreichen Lias ε ist wegen der petrographischen Beschaffenheit nicht zu denken. Demnach dürfte es sich bei den genannten zwei Stücken nur um mittleren Lias, wahrscheinlich um Lias γ, handeln.

Vom oberen Lias haben wir die Grenzschichten nach dem mittleren gut erhalten in den *Spiriferina* (*villosa* Qu.)-Schichten. Es fanden sich nämlich dunkle, bröcklige Schiefertone, nur mäßig gehärtet und völlig durchsetzt von winzigen weißen Flecken, die jedenfalls Algenreste sind. Fast so, nur heller, sehen Mundelfinger Plicatulatone der Seegrasschiefer aus, d. h. aschgraue, schiefrige Tone mit *Rhynchonella amalthei* Qu. und *Plicatula spinosa* Sow. (F. F. Sammlung zu Donaueschingen, Lias No. 138). Diese Plicatulatone sind aber ein- und dasselbe wie die Villosusschichten zwischen „Tafelfleins“ und „Schieferfleins“ in den unteren Seegrasschiefern (nach Quenstedts Bezeichnung). Bei unseren dunkleren Fundstücken heben sich nur die hellen Flecken weiß und infolge ihrer Häufigkeit wie oolithisch von der Hauptmasse ab. Die Einschlüsse sind glimmerfrei, was für ε sehr charakteristisch scheint. Der eine, größere, enthält undeutliche, vielleicht als *Nucula* anzusprechende Muschelabdrücke; der andere, kleinere, ist etwas schiefriger und härter. Hierher möchte ich auch ein ähnlich aussehendes Mergelstück stellen, welches eine deutliche, glänzende Ganoidschuppe (*Dapedius*?) einschließt.

Die Posidonienschiefer sind im Vergleich zu allen andern Gliedern des schwarzen und des braunen Juras außerordentlich zahlreich und mannigfaltig und in großen Brocken vertreten. Nur die andern Schiefertone des schwarzen und des braunen Juras zusammen, sowie der Malm und das Grundgebirge übertreffen an Menge die Posidonienschiefer. Aus ihrer Schichtenreihe findet sich auch der Stinkkalk. Die Bedeutung dieses letzteren besteht darin,

daß er durch sein Auftreten in drei Bänken — wenigstens auf dem Blatte Blumberg — die 12 m mächtigen Posidonienschiefer in vier Teile gliedert. Die unterste Lage, die Villosusschiefer, haben wir eben behandelt; die Stinkkalkbänke lassen sich im einzelnen keineswegs voneinander unterscheiden, so daß wir unter den ausgeworfenen und etwas metamorphosierten Stücken des Lias = nur „Stinkkalke“ und „Schiefer“ trennen können. Bei beiden Gesteinen macht sich die Einwirkung der vulkanischen Hitze in der viel dunkleren, grau- oder blauschwarzen Färbung bemerkbar. Diese ist eine Folge der Verkohlung der in natürlichem Zustande das Gestein dunkelgrau bis braun färbenden, reichlichen Bitumina. Durch diese dunkle Färbung unterscheiden sich die Stinkkalke leicht von allen andern Kalken. Sie gleichen damit nur den zugehörigen Posidonienschiefern, mit denen sie außerdem in der Feinheit des Kornes weitgehend übereinstimmen. Eine Schwierigkeit könnte vielleicht in dem Zurücktreten der in den benachbart anstehenden Posidonienschiefern häufigen Versteinerungen zu erblicken sein; doch ist gerade dieser Mangel auch wieder ein Charakteristikum der Kalke. In den aufgesammelten Auswürflingen wurden einige kleine, zur Unkenntlichkeit veränderte Schnecken beobachtet.

Anders ist es bei den Schiefern. Sie wimmeln oft geradezu von den bekannten flachen Ammoniten; fast auf jeder Spaltungsfläche kommt eine Versteinerung zum Vorschein. Die größte Mächtigkeit zeigen die beiden Schichtkomplexe zwischen den drei Stinkkalkbänken, und deshalb ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß aus ihnen die ausgeworfenen Schiefer stammen. Echte Harpoceraten, dem *Harpoceras falcifer* Qu. und *H. Lythensis* Young & Bird gleichend, sind am häufigsten in diesen Auswürflingen. Teilweise sind sie gut erhalten, teilweise müssen wir uns mit Bruchstücken oder mit Abdrücken begnügen. Alle Exemplare geben sich durch die Flachheit der Schale, durch die Zuschärfung des Kieles sowie durch die starke Biegung der Sichelrippen und einen ziemlich engen Nabel zu erkennen. Sie stimmen mit falciferen Ammoniten des geologischen Instituts Freiburg aus Achdorf an der Wutach gut überein. Wo die Formen des *Harpoceras falcifer* einen weiteren Nabel zeigen, wird man sie eher *Harpoceras bifrons* Brug. zurechnen. Der letztere Ammonit ist auch in einem der Auswürflinge durch einen Abdruck vertreten, welcher deutlich zeigt, wie sich auf der Dorsalseite der Umgänge die Rippen verflachen, während sie sich auf der Ventralseite deutlich abheben. Vielleicht ist der glatte und

flache Abdruck eines auf 12—13 cm Durchmesser zu schätzenden Ammoniten einem *Harpoceras striatulo-costatum* zuzurechnen, wie ihn Quenstedt (Die Ammoniten des schwäbischen Jura, Tafel 52 No. 7) abbildet. Auch der für einen *Harpoceras* etwas geringe Grad der Aufrollung stimmt bei beiden Formen überein. Es fand sich ferner ein Ammonitenfragment mit gespaltenen und zugleich etwas geschwungenen Rippen, wie sie bei dem *Coeloceras anguinum* Rein. auftreten (Quenstedt a. a. O. Tafel 56 No. 9 und 10). Außerdem lag in einem großen Schieferstück ein Rest eines recht typischen *Coeloceras commune* Sow., dessen Rippen sehr stark, förmlich büschelweise, gespalten sind (vgl. Quenstedt a. a. O. Tafel 46 No. 3). Schließlich mögen von Fossilien die zahlreichen, das Gestein durchsetzenden und sich verzweigenden *Chondriten* genannt werden, und zwar handelt es sich ausschließlich um die feineren, dünneren Arten des „Seegrases", die unter dem Namen *Chondrites* oder *Fucoides Bollensis* Ziet. mehr den oberen Regionen des Lias ε angehören[1].

Merkwürdig ist der Mangel an deutlichen *Posidonien;* wir müssen uns mit wenigen schlechten Resten begnügen, ein Umstand, der aber wieder vorzüglich paßt zu den Angaben Schalchs (Erläuterungen zu Bl. Blumberg S. 21), wonach z. B. die Schieferlage über dem unteren Stinkstein nahezu frei von *Posidonien* ist. Jedoch haben wir auch einen Schiefer, der die charakteristische Schwefelkiesführung deutlich zeigt. An den übrigen Exemplaren finden wir stets mehr oder weniger starke Rostlagen, die als umgewandelter Eisenkies anzusehen sind.

Die Jurensismergel (ζ) ließen sich bis jetzt nicht sicher nachweisen. Nur Schalch erwähnt von Einschlüssen aus den Phonolithtuffen in seiner Beschreibung des Kantons Schaffhausen (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz No. XIX 2 S. 106) „lichtgrauen Steinmergel, ähnlich den Gesteinen des mittleren Lias oder der Schichten des *Lytoceras (Ammonites) Jurensis* Ziet."

Hier ist anschließend zu bemerken, daß im Basalttuffe des Höweneggs von Deecke und Neumann auch Auswürflinge aus dem Lias gesammelt wurden. Mitgeteilt wurden mir dunkle Kalke mit *Terebratula* sp., *Gryphaea,* Posidonienschiefer mit *Posidonia.* Der Tuff des Wartenbergs lieferte nach Schalch (a. a. O.) „harte, hellgraue, etwas fleckige Steinmergel mit Belemnitenquerschnitten (mittlerer Lias, Davoeischichten?); bituminöse Schiefer des oberen Lias mit

[1] Quenstedt, Jura S. 270.

Posidonia Bronni . . .“ Von diesen Einschlüssen sind die Schiefer mit *Posidonia Bronni* besonders interessant, weil gerade sie von Leopold v. Buch ebenfalls am Wartenberg aufgelesen und als Beweis angeführt wurden für die Durchbrechung des Deckgebirges durch die vulkanischen Massen.

b) Der braune Jura

ist in seiner **unteren** Abteilung, mit den Opalinustonen, reichlich vorhanden. Die große Menge von Einschlüssen aus diesem Formationsgliede erklärt sich aus der sehr bedeutenden Mächtigkeit, die sich auf Blatt Blumberg auf nahezu 100 m beläuft, und aus der schweren Angreifbarkeit derartiger Schiefer durch ein basisches Magma. Für die eigentlichen Tone, die wir von den in ihnen auftretenden härteren Kalkbänken usw. unterscheiden müssen, gilt die schon bei Besprechung der Psilonotustone gemachte Bemerkung, daß nämlich aus den Phonolithtuffen eine Unzahl dunkler, schiefriger, versteinerungsleerer Tone mit wechselndem, oft verschwindendem Glimmergehalt und von meist großer Dichte aufgelesen wurde, deren stratigraphische Stellung nicht bestimmbar ist. Nur der etwas seltenere Umstand, daß sich auf den Schieferungsflächen der Tone flache Schalentrümmer anhäufen, sowie vor allem die große Mächtigkeit der Opalinustone in den dem Hegau am nächsten liegenden Aufschlüssen lassen keinen Zweifel darüber zu, daß ein großer Teil der Schieferfragmente dem braunen Jura α entstammt. Diese Annahme paßt zu der Versteinerungsleere in der Hauptmasse der Opalinustone bei Achdorf. Die mit Schalenresten erfüllten Stücke entsprechen mehr den untersten Schichten, in welchen *Lytoceras torulosum* Schübl. leitend ist. Bleibt somit die Bestimmung der tonigen Gesteine nur eine bedingte, so lassen sich die den Tonen eingelagerten harten Bänke und Geoden um so sicherer erkennen. Nur die kalkigen Zopfplatten und die Pentacrinusplatte aus den oberen Lagen waren nicht zu finden. Dagegen wurde eine nahezu faustgroße, runde Mergelgeode gesammelt, welche mit einer solchen in der F. F. Sammlung zu Donaueschingen aus dem Opalinustone von Metzingen in Württemberg sowohl in der grauen und randlich teilweise gelblichen Farbe wie auch in dem tonig-dichten Korne ganz und gar übereinstimmt. Von einem etwa ähnlich aussehenden Stücke Muschelkalk unterscheidet sie sich zur Genüge durch den ebenflächigen Bruch. Ganz dieselben Eigenschaften zeigt noch ein zweites Stück, nur ist dasselbe etwas kleiner und läßt infolge zu

starker Zerkleinerung für die Untersuchung die ursprüngliche Form nicht mehr erkennen. Ein weiteres Bruchstück scheint mir dem Kerne einer Geode aus einem „bräunlichgrauen, glimmerigen Tone“ vom Krottenbache bei Opferdingen (im Wutachgebiet) zu entsprechen F. F. Sammlung, brauner Jura, No. 14 und 15).

Besonders charakteristisch und zugleich fossilführend ist „harter, grauer Sandkalk mit Belemniten, schwache Bänke in den sandigen Tonen bildend“, wie er in der F. F. Sammlung unter „Brauner Jura, 9“ ausgestellt ist, oder die „1,5—1,8 m mächtige Einschaltung härterer, grauer, sandiger Mergel, durch graue, sandige Tone voneinander getrennt“, wie Schalch (Erl. zu Bl. Blumberg S. 23) diese über den fossilführenden untersten Tonen mit *Posidonia Suessi* Opp. auftretenden Bänke der „*Torulosus*-Schichten“ nennt. Unser Sandkalkeinschluß macht jedoch der rundlichen Form nach äußerlich ziemlich den Eindruck einer Septarie, bei einer Länge von etwa 25 cm und einer Breite von beinahe 20 cm. Das Material gleicht aber völlig dem erwähnten „Sandkalke“; Korn und Farbe stimmen ausgezeichnet überein, und genau wie das Vergleichsstück zeigt auch dieser Einschluß eine eigenartige Fleckung oder Streifung wie von Schalenquerschnitten und die Führung von *Belemniten*. Nur sind diese Belemniten in peripherer Lage am Einschlusse ganz zu weißem Marmor gebrannt. Noch wichtiger ist das Auftreten von *Ammoniten*, so dasjenige von *Lioceras opalinum* Rein. Das Bruchstück eines Kernes läßt unschwer das flache Fossil mit seinem hohen Umgange und scharfen Kiele erkennen (Quenstedts Abbildung in „Ammoniten des schwäbischen Jura“, Tafel 55, Fig. 18). Im gleichen Knollen fand ich *Leioceras opalinum costosum* Qu. in einem vollständigen Exemplar von etwa 3 cm Durchmesser; die groben Sichelrippen treten, dem Namen der Varietät entsprechend, mit aller wünschenswerten Deutlichkeit hervor und lassen ihre einer Gabelung ähnliche Anordnung genau so erkennen, wie sie Quenstedt im vorgenannten Werke, Tafel 55 Fig. 21, zeichnet. Ein sehr unvollkommener Schalenrest mit gebogenen, welligen Rippen dürfte wohl schwerlich zu bestimmen sein und von einem *Inoceramus* herrühren.

Vom **braunen Jura** β wurde nur ein feinkörniger, grauer Quarzsandstein mit vereinzelten Eisenoolithkörnchen gefunden ohne Fossilien und mit einem kleinen Mergelstreifen. Wir haben es also mit einem Übergang von reinem Sandstein zu oolithischem Mergel zu tun. Derartige Übergänge sind aus den Murchisonaeschichten des Krottenbachtales oberhalb Achdorf an der Wutach bekannt.

Vom **braunen Jura** γ findet sich ein dunkler, oolithischer Mergelkalk voll harter, etwa nußgroßer Geoden, die ihm ein konglomeratisches Aussehen geben. Wir haben zweifellos einen Vertreter der geodenführenden oolithischen Mergelkalke vor uns, die nach Schalch (Erl. zu Bl. Blumberg, S. 24—26) die dunkeln, schiefrigen Mergel der Sowerbyischichten durchsetzen. Der Einschluß hat bei einer Länge von etwa 10 cm eine knollenähnliche, jedoch immer noch etwas eckige Gestalt.

Die **blauen Kalke** haben mehrere gut erkennbare Stücke geliefert, die nahezu derart mit den Vergleichsstücken der F. F. Sammlung übereinstimmen, als wären sie aus ihnen herausgeschlagen, eine Übereinstimmung, die vermöge der Reichhaltigkeit der genannten Sammlung auch bei andern Einschlüssen der verschiedensten Art nach längerem Suchen erzielt werden konnte. Der eine der Blaukalke zeigt nicht nur vollkommen das Korn des Vergleichsstückes aus dem Krottenbachtale, sondern in seinem zentralen Teile die blaue und am Rande die gelbbraune Farbe. Die gleiche Verwitterung besitzt ein etwas gerundet aussehendes Exemplar, welches, wie das erste, geringe Spuren von konzentrisch-schaliger Absonderung aufweist. Außerdem lieferte es ein Bruchstück einer unbestimmbaren, wellig bis knotig gerippten Perlmutterschale. Ferner ist wohl hierher ein kleiner, dunkel graublauer, sehr feinkörniger und harter Kalk zu stellen, der von einer Opalrinde umgeben ist. Es fand sich wenigstens ein gut übereinstimmendes Vergleichsstück aus dem Blaukalke von Oefingen an der württembergischen Grenze (Bezirk Donaueschingen). Schließlich sammelte ich einen etwa 10 cm großen, eckigen Gesteinsbrocken am Plörenberg, dem westlichen Nachbarn des Hohentwiels. Das mäßig feinkörnige, förmlich zuckerig-kristalline und durch Verwitterung ganz gelbbraun gewordene Gestein gleicht zum Verwechseln einem in Tertiärschichten des Schönberges bei Freiburg i. B. als Gerölle eingebetteten Blaukalkstücke des Freiburger geologischen Instituts.

Der mittlere braune Jura lieferte ferner eine Reihe von dunkeln bis stark rostfarbigen, also eisenreichen Schieferletten. Sie sind sehr wohl zu vergleichen mit dem „dunkelblaugrauen, glimmerigen, schiefrigen Tone (Giganteuston)“ aus dem braunen Jura von Oefingen. Sollte ein anderer Horizont in Betracht kommen, so wären es am ehesten die Parkinsonitone (ε), die uns zum oberen braunen Jura hinüberführen.

Wahrscheinlich aus ε (Macrocephalenschichten) stammt ein

prächtiger, charakteristischer, etwa 6 cm langer, rotbrauner Eisenrogenstein. Er liegt in einem zum Teil offenbar durch rundliche Klüftungsflächen begrenzten Tuffbrocken und teilt mit dem letzteren einen wiederverkitteten Riß. Das Stück bildet, in der etwas verwitterten, pisolithischen Tuffmasse eingebettet, einen leicht erkennbaren, klassischen Zeugen des Vorkommens und der Bedeutung der hier behandelten Einschlüsse. Leider birgt dieser Eisenrogenstein, wie auch noch ein gleicher kleinerer, keinerlei Spuren von organischen Überresten.

Wie beim Lias möchte ich beim Dogger die Besprechung einiger in den F. F. Sammlungen zu Donaueschingen liegender Einschlüsse aus Basalttuffen anfügen; denn sie ergänzen das in den Phonolithtuffen gefundene Material und machen das Vorkommen des letzteren dadurch sehr hübsch begreiflich, daß sie auf Höhen ausgeworfen wurden, an deren Fuß der braune Jura erst unter den weißen untertauchte, oder auf Höhen, welche von solchen Stellen des Untertauchens des braunen Jura nicht allzufern liegen. So wurde z. B. am Wartenberg der Opalinuston ausgeworfen, der an seinem Fuße verbreitet ist. „Graue Mergel“ gibt der Katalog an (No. 131); die Farbe geht aber sehr in braun über; das Gestein ist versteinerungsleer, glimmerfrei, etwas fettig, dicht. No. 114 der Serie ist ein Sandkalk des braunen Jura β mit *Pecten disciformis* Schübl. Das Gestein dürfte wohl dem in der Gegend von Aalen besonders schön entwickelten Horizonte der Personatensandsteine entsprechen. Es enthält eine Fülle von glattschaligen *Pectiniden*, und zwar unterscheidet die Dünne der Schalen und das Fehlen der Rippenabdrücke deutlich von *Pecten personatus* Goldf., der im gleichen Horizonte leitet. Die Ähnlichkeit mit einem Personatensandsteine ist so auffällig, daß man keine starke Einwirkung der vulkanischen Kräfte anzunehmen hat. — Von dem zwischen Hegau und Wartenberg gelegenen Höwenegg bei Immendingen, von welchem der eben besprochene Fund herrührt, stammt auch ein unter No. 115 katalogisierter Steinkern einer *Lyonsia* in den F. F. Sammlungen. Aus anstehenden ζ-Schichten des Eichberges bei Blumberg findet sich in denselben Sammlungen die dem besprochenen Einschlusse durchaus gleichende *Lyonsia gregaria* Roem. = *Myacites gregarius* Ziet. Diese *Lyonsia* wurde jedoch auch im braunen Jura β des vom Eichberg nur durch das Krottenbachtälchen getrennten Scheffheu gefunden. Jedoch ist δ der Haupthorizont. Der aus den Phonolithtuffen leider nicht sehr häufig aufgelesene obere braune

Jura wird glücklicherweise noch durch zwei Funde vom Wartenberg ergänzt. No. 132 der Serie in den F. F. Sammlungen gibt nämlich ein Bruchstück von *Pholadomya Murchisoni* Sow. an. Dasselbe steckt in einem gelbbraunen Mergel, wie man ihn im oberen braunen Jura, in den Parkinsoni- und Variansschichten trifft. Und in der Tat findet sich im zweiten, dem eben erwähnten ganz gleichen Einschlusse, No. 133 jener Serie, die *Rhynchonella varians* Schl.

Im Tuffe des Höwenegg, bei der Mühle gegen Mauenheim zu, fanden Deecke und Neumann außer Opalinustonen zahlreiche, bis fußgroße Brocken von Humphriesioolithen und -kalken mit den wichtigen Leitformen *Ostrea Marshi* Sow., *Stephanoceras Humphriesi* Sow., *Terebrateln*, *Myaciten* und *Pectiniden*. Ferner wurden dort Auswürflinge von Macrocephalusoolithen, Blaukalke, Murchisonaesandstein beobachtet. Da der Höweneggvulkan zwischen Wartenberg und Hegau liegt, ist die Fortsetzung dieser Juraschichten in der Tiefe als gleichmäßige Platte beinahe unmittelbar bewiesen.

Am Wartenberg sammelte nämlich Schalch (vgl. a. a. O.) „rote bröcklige Mergel mit ziemlich großen Oolithkugeln (mittlerer oder oberer Dogger); graue Mergelkalke mit zum Teil reichlicher Führung von *Rhynchonella varians*, *Serpula vertebralis* usw. (Variansschichten); rote Eisenoolithe der Humphriesianus- oder Macrocephalusschichten . . .“

c) Der weiße Jura.

Im zweiten Teile der 19. Lieferung der Beitr. z. geol. Karte der Schweiz (Kanton Schaffhausen, Höhgau und Schienerberg — Bl. IV des Eidgen. Atlas), S. 106, erwähnt Schalch folgende Einschlüsse von Malm aus den Phonolithtuffen: „9. feinkörnig-kristallinischer Massenkalk, sowie verschiedene andere graue, gelbe und rötliche, reine oder dolomitische Kalke, die mit solchen des weißen Juras am Randen am meisten übereinstimmen und nicht selten Durchschnitte oder Fragmente von *Ammoniten*, *Terebrateln* usw. zeigen.“

Das eingehendere Sammeln und die Untersuchung des Weißjuramaterials brachte folgende Resultate:

Vom **untern** Malm ist die Alphabank durch typischen Nulliporenkalk vertreten, d. h. jene mehr dem Aargauer als dem schwäbischen Weißjura entsprechende und unter dem Namen der Birmensdorfer Schichten bekannte graue Abart von Tonkalken,

welche zu den Transversariusschichten gehört. Unser Einschluß unterscheidet sich kaum von einem „grauen, rostigen Nulliporenkalke“ von Bachzimmern bei Immendingen (F. F. Sammlung). Nur herrscht, während bei dem Handstück von Bachzimmern die graue Farbe neben der rostigen auftritt, bei unserm Auswürfling die letztere allein. Solche Kalke finden sich am Buchberg bei Fützen. Einen klassischen Fundpunkt für anstehende Birmensdorfer Schichten bilden die westlichen Steilabhänge des nicht allzuweit vom Hegau entfernt liegenden Eichberges am Wutachknie auf Bl. Blumberg. Deshalb sind die Angaben Schalchs in den Erläuterungen zu beachten (S. 33/34). Er gibt eine untere fossilreiche und glaukonitführende Bank an, über welcher sich „die beiden oberen festen Bänke von einer Menge kleiner Fucuszweige (Löcherfucus: *Nulliporites Hechingensis* Qu.) durchzogen zeigen . . . Sonstige Versteinerungen fehlen darin . . .“ Diese Charakterisierung trifft auf einen zweiten Einschluß zu, welcher gerade mit einem Handstück vom Eichberge ausgezeichnet übereinstimmt und nur wenig dunkler ist. Somit wäre also die Erstreckung der Birmensdorfer-Ausbildung der Transversariusschichten unter dem Hegau nachgewiesen, während sie sich nach Schwaben zu bekanntlich verliert. Nulliporitenkalk, sogenannter oberer, tritt in dem Donau-Rheinzug (Schalch), zu dem der Randen gehört, auch in β auf; er wird von Schalch auf Bl. Blumberg ebenfalls genannt (S. 37 der Erl.). Schon früher verzeichnete der F. F. Berginspektor Vogelsang im Katalog der F. F. Sammlung unter No. 13 des Weißjura einen grauen, dichten „oberen Nulliporitenkalk“ vom Gutmadinger Kapf. Das von einzelnen bläulichen Flecken durchsetzte, ziemlich hellgraue Gestein hat in diesen Farben wie in andern Eigenschaften sein genaues Äquivalent in einem Auswürfling aus dem Tuffe des Hohentwiels.

An einem Scyphienkalke aus dem **Gamma**-Mergel fehlt es unter den Einschlüssen auch nicht. So gleicht einer derselben einem „hellgrauen, ruppigen, spröden Kalke“ von Tiergarten (vermutlich von dem im Donautale oberhalb Sigmaringen gelegenen).

Dem **Quaderkalke** (δ) möchte ich einen äußerst grobkörnigen Kalk mit einer großen Druse von Kalkspat zurechnen, welchen ich auf der Höhe eines westlichen Tuffausläufers des Hohentwiels fand. An Grobkörnigkeit glich ihm nur ein „höchst kristallinischer Marmorkalk, durchlöchert“ von Immendingen. Ein anderer Einschluß mag einem grauen, dolomitischen Kalke von Eßlingen zwischen Donaueschingen und Spaichingen, der aber noch eine Menge

kleiner Dendriten trug, der großen Ähnlichkeit halber gleichgestellt werden.

Den **Massenkalken** (ε) ist ein erheblicher Teil der gesammelten Weißjura-Einschlüsse zuzurechnen. Der „dichte bis feinkristallinisch-körnige, helle, oft fast schneeweiße, sehr reine, harte Kalkstein", welcher auf Bl. Blumberg als Haupttypus der Massenkalke angegeben wird, ließ sich in großer Menge auflesen und ist auch an allen Stellen, wo Einschlüsse gefunden werden, nicht zu übersehen. Es dürfte wohl überflüssig sein, die verschiedenen Nuancen des feinen Kornes und der hellen, meist gelblichweißen Farbe alle zu beschreiben, und es wird genügen, wenn einige der aus dem Verbande dieser gewöhnlichen Massenkalke besonders hervorragenden Typen eine kurze Besprechung erfahren. Das gilt zunächst für die durch Anreicherung von Kieselsäure auffälligen Partien. So fehlt es nicht an den von einer weißen, erdigen Rinde umgebenen verkieselten Knöllchen aus den Massenkalken. SCHALCH erwähnt als Beispiel eines äußerst ergiebigen, anstehenden Vorkommnisses derselben die ins Hegau hinabführende Straße von Immendingen nach Mauenheim (Erl. zu Bl. Blumberg S. 39). Ferner fand sich ein stattlicher, 15 cm langer, flacher Kieselsäureknauer von etwas rundlichem Umriß und grauer Farbe. Bei der Häufigkeit solcher Gebilde in den Massenkalken mag es gerechtfertigt sein, den genannten Knauer hier einzureihen, wobei allerdings nicht vergessen sei, daß schon in den Quader- und in den Plattenkalken Kieselausscheidungen vorkommen, das Stück also etwas älter oder jünger sein kann. — Ein größeres Interesse darf ein blendendweißer, sehr harter Kieselkalk beanspruchen. Das etwas poröse Gestein ist so feinkörnig, daß es an Kreide erinnert; es ist derartig verkieselt, daß es mit Salzsäure nicht im mindesten braust und Stahl ritzt. Es enthält Steinkerne von *Pecten*, die mir am ehesten mit *Pecten subspinosus* Schl. übereinzustimmen scheinen, wenn auch die Dornen nicht zu sehen sind. Ferner wurde ein beinahe vollständiger Steinkern einer *Terebratula*, wahrscheinlich *Terebratula pentagonalis* Br., beobachtet. Der Auswürfling enthielt ferner ein sehr undeutliches Bruchstück einer *Echiniden*-Schale. Einige schlecht erhaltene, spiralige Windungen deuten Reste von Gastropoden an. Ein unvollkommener, 1,5 cm langer Muschelabdruck läßt nur die hohe Wölbung der konzentrisch gestreiften Schale und eine Arealkante, leider aber nicht den anscheinend zentral gelegenen Wirbel und das Schloß erkennen. Die Schwierigkeit, verkieselte Muscheln der Massenkalke zu bestimmen,

hebt übrigens auch Quenstedt (Jura S. 765) hervor. — Als charakteristische Teile der Massenkalke sind schließlich die grobkörnigen („zuckerkörnigen“) Kalke und Dolomite zu nennen; von ihnen wurden nicht wenige ausgeworfen. Es ist auffällig, daß es immer stattliche Exemplare sind im Gegensatz zu den gewöhnlichen, feinkörnigen Massenkalktrümmern, die kaum einmal größer als 1 dm sind. Dies hängt damit zusammen, daß der Massenkalk in der benachbarten Gegend, z. B. bei Engen und Aach, oft ein breccienartiges Aussehen, also eine ursprüngliche, unvollkommene Trümmerstruktur zeigt. Der zuckerförmige Kalk hat in sich mehr Festigkeit und verwittert auch eher unter Bildung großer kompakter Trümmer. Von diesem letzten fand sich in einer Wand des großen, verlassenen Tuffbruches im „Twielfelde“ ein Brocken einer zuckerkörnigen Masse von etwa $^1/_2$ m Länge und 20 bis 30 cm Breite, von Gestalt fast wie ein Feldstein (Grenzstein). Ein Teil konnte durch Zerhauen aus dem Tuffe herausgenommen werden, und dadurch wurde auch die sehr beträchtliche opal- oder feuersteinähnliche, braunrote Rinde losgetrennt, die ihn rings zu umgeben schien. Ich fand in den F. F. Sammlungen ein Bruchstück von einem ganz ähnlichen Stücke Massenkalk, einem konkretionsähnlichen, von einer glänzenden braunen Feuersteinrinde umgebenen Kieselkalke von Buchheim (Heuberg-Jura). Dieser Vergleich würde dann zu der Annahme führen, der besprochene Auswürfling sei schon vor der Eruption von einer Feuersteinrinde umgeben gewesen. Der im Glührohrchen leicht erkennbare Wassergehalt läßt aber den Gedanken, es könne sich bei unserm Auswürflinge um eine nachträgliche Versinterung durch einen aus heißem Wasser abgesetzten Opal handeln, auch nicht ohne weiteres abweisen. Eine weitere Deutung wäre die als eine durch magmatische Beeinflussung entstandene Glasrinde, wie sie Schwarz (a. a. O. S. 237) an Auswürflingen des Grundgebirges im Vulkangebiet von Urach beobachtet hat. Ich glaube aber, daß das Vorkommen einer Feuersteinrinde an Knollen von anstehendem Massenkalk, wie man es an Exemplaren der F. F. Sammlungen beobachten kann, die natürlichste Erklärung gibt. Man könnte höchstens noch an ε-Trümmer aus den Bohnerztonen denken. — Ein ähnlicher Kalkbrocken zeigt ebenfalls randlich eine gewisse Verkieselung; sein Kern ist auffallend porös. Beide diese Massen teilen den charakteristischen Mangel an Fossilien. — Auch ein „gelber, drusiger Marmorkalk vom Hinterried bei Kirchen“ unweit Geisingen in der F. F. Sammlung läßt sich mit zwei Einschlüssen

wohl vergleichen, desgleichen ein gelblichweißer Marmorkalk von Unterschmeien (nordwestl. Sigmaringen, nahe dem Donautale) mit einem dritten.

Der **Plattenkalk** (ζ) wird durch zwei Exemplare von dunkelgrauem Tonkalk vertreten, die einem solchen vom Dagenstein bei Steingilben (Weißjura, No. 160 der F. F. Sammlung) ähnlich sind. Dem Plattenkalke dürfte noch ein dicker, graugelber, feinkörniger Kalkbrocken von etwa 20 cm Länge zuzurechnen sein. Mit Plattenkalk von Trochtelfingen stimmt er wenigstens gut überein und unterscheidet sich von diesem wesentlich nur durch eine rote, etwa $1^1/_2$ bis 2 cm dicke, scharf abgegrenzte, wie eine Borte sich ausnehmende Randfärbung. Eine hübsche Erklärung dieser letzteren als einer Kontaktfärbung verdanke ich Herrn Professor Dr. Deecke: Der Zetakalk wird durch Brennen rot. Das kann man an allen Stellen des Aachgebietes sehen, wo im Walde Feuer gemacht wurde und Zetakalk als Herdstein benützt wurde oder auf dem Boden lag. Auch habe Herr Spitz in den Kontaktgebieten des Weißen Juras am Hegau ähnliche Beobachtungen gemacht.

Dem Zetakalk entstammt ferner ein merkwürdiges, deutlich kugelförmiges Geröll von etwa 15 cm Durchmesser. Ich fand diese Kugel in dem Tuffbruche des Jungkernbühls bei Rielasingen und schlug mitten aus ihr eine ganz regelmäßige Scheibe oder Zone heraus. So gut spaltbar ist die Kugel. Das Material hat eine gelbliche Farbe und ist dicht und gleicht auffällig demjenigen der dickeren, gelblichen, dichten Bänke, welche in mehreren Steinbrüchen bei Ehingen unweit Aach abgebaut werden. Ein Bröckchen ganz ähnlichen Materials enthielt einen Durchschnitt durch mehrere Kammern eines *Ammoniten*. Da keine Verzierungen und Loben nur ganz unvollkommen zu erkennen sind, war eine Bestimmung unmöglich.

Außer den eben beschriebenen und mit mehr oder weniger großer Sicherheit den verschiedenen Horizonten des Weißen Juras zugewiesenen Gesteinen wurde noch eine Reihe von Einschlüssen aufgelesen, die ich keiner bestimmten Lage des genannten Formationsteiles einzureihen vermochte. Neben einigen gewöhnlichen, meist hellfarbigen und feinkörnigen Kalken nenne ich einen 1 dm großen, grobkörnigen, graublauen Kalkbrocken, der randlich in rot übergeht und von einer Feuersteinrinde überzogen ist. Weil ich kein völlig mit ihm übereinstimmendes Handstück fand, will ich es offen lassen, ob er dem Quader- oder dem Massenkalke entstammt. —

Dem Weißen Jura ist u. a. das schon bei den Einschlüssen aus älteren Formationen erwähnte Höwenegg beinahe direkt aufgesetzt, und seinem Basalttuffe konnte man mehrere Weißjura-Einschlüsse entnehmen, die jetzt in der F. F. Sammlung zu Donaueschingen liegen. So z. B. einen „Scyphienkalk des Weißen Jura γ mit *Rhynchonella lacunosa, Rhynchonella sparsicosta, Terebratula, Ammonites flexuosus* etc.“ (No. 116). Das Fehlen von Schichtung und ebenen Bruchrichtungen geben dem Gestein ein unruhiges, beinahe brecciöses Aussehen. Der leitende Ammonit, die *Oppelia flexuosa* Buch, ist durch ein Drittel des äußeren Umganges vertreten. Man kann schon aus diesem die enge Aufrollung und ganz deutlich die Rundung der Außenseite erkennen, die ein deutliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber etwa gleichgroßen Exemplaren aus dem Formenkreise des in den gleichen Schichten vorkommenden *Ammonites discus* Ziet. bietet. Die gespaltenen Sichelrippen treten deutlich hervor, zeigen aber nach der Außenseite zu ein nur mäßiges Anschwellen; dieses setzt aber auf dem Rücken plötzlich ab und läßt dadurch diesen nahezu glatt erscheinen. Die feinzerschlitzte Sutur ist gut zu erkennen. An einem weiteren, flachen Ammonitenbruchstücke lassen sich nur regelmäßige, infolge ihrer Flachheit kaum sichtbare Sichelrippen beobachten, während zwei weitere *Ammoniten*reste außer ihrer engen Einrollung, ihrer Flachheit und dem Mangel an jeglicher Skulptur — es sind Steinkerne — nichts weiteres für ihre Charakteristik bieten, als daß es Oppelien sind.

Die *Rhynchonella sparsicosta* Qu. ist sehr schön herauspräpariert und zeigt ihre Verwandtschaft mit *Rhynchonella lacunosa* Qu. Nur der Wulst tritt bei einer zweiten *Rhynchonella* heraus, welche ich wegen der größeren Anzahl ihrer Rippen (etwa acht) der *Rhynchonella multiplicata* zurechnen möchte.

Neben diesen eben angeführten Einschlüssen fanden neuerdings Deecke und R. Neumann gleichfalls am Höwenegg noch nicht näher spezifizierte Malmbruchstücke.

Über Weißjura-Auswürflinge im Basalttuffe der dem Wartenberge gegenüberliegenden „Länge“ bzw. Mooshalde schreibt Schalch in den Erläuterungen zu Bl. Geisingen S. 53: „Teils sind sie mit den auch das Nebengestein bildenden Schwammkalken identisch, teils besitzen sie durch ihren feinsplittrigen Bruch und ihr kristallinisch-dichtes Gefüge die meiste Ähnlichkeit mit den erst in größerer Entfernung anstehenden Massenkalken. Ein hierher gehöriger Einschluß besitzt ungefähr Faustgröße.“ In denselben Erläuterungen

(S. 52) nennt Schalch als Auswürflinge aus den Basalttuffen des Wartenberges: „Hellgraue Kalke mit zum Teil sehr reichlicher Führung von *Nulliporiten* (Impressaschichten); fein zuckerkörnige Massenkalke (oberer Malm) usw.“ Der Hinweis auf diese Funde bezweckt lediglich, die Ähnlichkeit der Vorkommnisse in den Phonolithtuffen mit den in den Basalttuffen hervorzuheben und zu zeigen, wie sie sich gegenseitig ergänzen.

III. Die Kreideformation

war in keinem einzigen Auswürfling vertreten. Ihr Fehlen teilt das Hegau mit dem übrigen südöstlichen Baden und mit ganz Südwestdeutschland.

IV. Die Tertiärformation.

Diese ist in Oberbaden, im Hegaugebiet und in der angrenzenden Nordschweiz als die sog. **Molasse** ausgebildet und besteht vorwiegend aus weichen bis lockeren Sandsteinen mit untergeordnet eingeschalteten Konglomeraten und Kalken. Man kann ihre Sandsteine als direktes Liegendes der Tuffe am Schienerberg, am Roseneggg, auf dem Höhenzug zwischen Hohentwiel und Hohenkrähen (z. T. Süßwasserkalke) beobachten. Gerade in diesem letzteren Gebiete nimmt der Tuff sogar am Aufbau der obersten Molasseschichten teil. Unter den Einschlüssen sind daher, entsprechend der Gliederung des Tertiärs im Hegau und seiner Umgebung, Bruchstücke aus der unteren Süßwassermolasse, aus der Meeres- und aus der oberen Süßwassermolasse (z. T. Süßwasserkalke) zu erwarten, vielleicht sogar Übergänge von oberem Süßwasserkalk in Tuff.

Dieser Gliederung folgen wir, wenn wir zunächst folgende Angabe Schalchs (Geolog. Karte d. Schweiz XIX 2 S. 107) aus seinem kurzen Verzeichnis der Phonolithtuff-Auswürflinge wiedergeben: „10. Molassesandstein, z. T. mit Pflanzenresten, wahrscheinlich aus der **unteren Süßwassermolasse.**“

Von den feinkörnigen, mehr oder weniger glimmerreichen, hell- oder dunkelgrauen Molassesandsteinen, die sich unter den Auswürflingen fanden, gehört vielleicht auch der eine oder andere in diesen Horizont. Allein bei dem bekannten Mangel an Versteinerungen ist eine Bestimmung der Unterabteilung leider nicht möglich.

Über interessante Funde aus der **Meeresmolasse** berichtet Leuze[1]. Im Tuffe des Roseneggs grub seit dem Jahre 1878 ein

[1] A. Leuze, Die Mineralien und Pseudomorphosen des Roseneggs. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 1889.

Mineralienhändler, namens Schenk, zuerst Pseudomorphosen nach Gips und später solche von Kalkspat oder seltener Quarz nach Gips, Thenardit, Glauberit, Aragonit und vielleicht auch Anhydrit aus. Zuerst erwähnt dieselben Schalch (a. a. O. S. 105): „Anderweitige, bis jetzt noch nicht näher untersuchte Pseudomorphosen entdeckte Herr B. Schenk in Stein am Rhein in den Phonolithtuffen des Roseneggs bei Rielasingen.“ 1886 fand Schenk am Rosenegg eine zweite Fundstelle, und von Leuze erschien (Jahreshefte des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1886) eine Veröffentlichung über die Funde der ersten Stelle. In den gleichen Jahresheften (Jahrg. 1889) veröffentlichte Leuze seine eben zitierte Dissertation „Die Mineralien und Pseudomorphosen des Roseneggs“. Auf zwei Tafeln (Fig. 1—26) bildete er die Kristallformen, worunter manche Zwillinge, ab. Bei der Beschreibung der Mineralien wurden die beiden Fundstellen getrennt behandelt, obwohl sie nicht sehr verschieden voneinander waren. Nur fand Schenk bzw. Leuze, an dem einen, von eisenschüssigen Tuffen gebildeten Platz Pseudomorphosen nach Kalkspat, an dem andern durch Kieselübersinterung weißgefärbte Pseudomorphosen nach Dolomit. Diese interessanten Mineralbildungen dürften, wie mir der in Ramsen lebende Sohn des genannten Herrn Schenk mitteilte, so gut wie ganz ausgebeutet und die ehemaligen Aufschlüsse zerfallen sein. Um so dankenswerter ist daher die Arbeit von Leuze für die Kenntnis der unterirdischen Molasse, und zwar für unsere Zwecke deshalb, weil sie uns wahrscheinlich macht, daß die Pseudomorphosen Ablagerungen in Buchten eines Meeres, des Molassemeeres, ihre Entstehung verdanken. Die Süßwassergipse nach Art derjenigen vom Hohenhöwen, an die man unwillkürlich denken mag, weist Leuze als Erklärung entschieden zurück wegen des völlig abweichenden Mineralbestandes und der ganz verschiedenen Gestaltung des Gipses beider Lokalitäten. „Die Vergesellschaftung des Gipses mit Thenardit und Glauberit weist viel eher auf Salzseen als auf Süßwasserbildung.“ Auf Grund des Vorkommens von Meeresmolasse, und zwar auch von verschiedenartigen Strandbildungen (Austernsande, brackische Molasse), nur einige Kilometer vom Rosenegg entfernt, neigt Leuze dazu, den Ursprung der Pseudomorphosen in die Meeresmolasse zu verlegen.

Die **obere Süßwassermolasse** mag wohl unter den bereits bei der unteren Süßwassermolasse genannten Sandsteinen vertreten sein. Als typische Glieder der jüngsten Molasseschichten sind jedoch ge-

wisse Süßwasserkalke anzusehen, welche sich besonders in dem großen, verlassenen Bruche des „Twielfeldes“ fanden.

Da ist zunächst ein von der Hitzewirkung in seinem Gefüge höchst merkwürdig umgestalteter, aber mit seinem eigentümlich gestreiften Querbruche mit Süßwassermergeln von Oehningen völlig übereinstimmender gelblicher, weicher Mergel. Dieser teilt mit den Oehninger Kalken die verkohlten Reste von kleinen Stengeln. Auf den beiden Schichtflächen des etwa 15 cm langen und 7—8 cm breiten Plättchens zeigen sich prächtige, reliefartige Aufblätterungen, die, in ununterbrochenen Reihen oder in einem förmlichen „Beete“ stehend, geradezu rosenartige Blumengebilde nachahmen. Wenigstens auf der einen Seite ist die Zeichnung sehr deutlich, und jede Einzelfigur erreicht einen Durchmesser von etwa 1 cm, auf der andern Fläche dagegen lassen sich ähnliche Gebilde erst mit der Lupe recht entziffern. Aber gerade hier ist es nicht zu verkennen, daß wir es mit einer Art von Trockenrissen zu tun haben, und man kommt auf den durch die Beobachtung leicht zu bestätigenden Gedanken, daß die großen, regelmäßigen Relieffiguren der einen Seite auf einer Regelmäßigkeit in der Anordnung der Trockenrisse beruhen. Man kann an den „Rosen“ tatsächlich sich kreuzende Systeme von ungefähr parallel verlaufenden Rissen wahrnehmen. Die eine Richtung (quer über die Platte) ist besonders ausgeprägt; dazu senkrecht, aber häufig absetzend, verlaufen Längsrisse; eine dritte und vierte Richtung schrägen bisweilen die Ecken der durch die beiden ersten Systeme gebildeten Vierecke ab, und so entstehen dann mehr oder weniger deutliche Achtecke. Diese Orientierungslinien sind selten alle gleich gut ausgebildet, oder sie gehen bogenförmig ineinander über; vor allem aber wiederholen sie sich konzentrisch in ein und derselben Figur und geben ihr dadurch das rosenähnliche Aussehen.

In eine Schieferungsspalte hinein ließ sich das Phänomen, wenn auch nicht mit der Schönheit und Stärke wie auf der beschriebenen Fläche, ebenfalls verfolgen. Vollends auf der Kehrseite, an den kleinen Figuren, zeigte sich nicht entfernt die angegebene Komplikation, und die zarten Risse verlaufen unregelmäßig wie gewöhnliche Trockenrisse. Der auffällige Unterschied in der Größe der Figuren mag vielleicht darauf zurückzuführen sein, daß die Kehrseite mit der geringeren Ausbildung erst am Ende der Eruption durch Abschieferung bloßgelegt wurde. Wenn diese Annahme nicht zutrifft, müssen wir wohl mit einer Entstehung

der Risse vor der Eruption (auf der ursprünglichen Lagerstätte) rechnen.

Ein großes Interesse dürfen ferner solche Auswürflinge der Süßwassermolasse beanspruchen, welche als Übergangsgebilde von den Sedimenten der Süßwasserseen zu den Tuffen anzusehen sind. Sie sind meist durch eine starke Verkieselung und damit durch große Härte auffällig. Die Mischung von Säßwassersedimenten und Tuffmaterial läßt sich kaum deutlicher nachweisen als durch das Vorkommen einerseits von *Lymnaeus*-Brut und anderseits von den für den Tuff so charakteristischen dunkeln Glimmerblättchen und sogar von vereinzelten fremdartigen, dunkeln Schiefereinschlüssen. Die meistens grauen Kieselkalke sind in einzelnen Fällen ganz schiefrig und zeigen dann im Querbruch eine gewisse feine Wellung. In andern Fällen, anscheinend besonders da, wo das Tuffmaterial vorherrscht, sieht man deutlich, wie dasselbe von Kieselsäurelösungen durchflossen wurde; so entstanden jedenfalls die gewundenen Streifungen in den mehr ungeschichteten Stücken. In diesen stellen sich nicht selten Quarzdrusen oder auch opal- bis feuersteinähnliche Ausfüllungen ein. Wo diese letzteren die Hauptmasse ausmachen, haben wir Übergänge zu wirklichen Feuersteinen und Opalen. Solche Kieselbildungen sind zwischen Welschingen und Hohenkrähen (Philippsberg und Weiterdinger Höhe) in meist braun oder rot und grau geflammten Knollen anzutreffen. Diese Farben treten an den durch Zerschlagen leicht zu erhaltenden, flachmuscheligen und äußerst scharfkantigen Scherben auf. Beim Zerschlagen glaubt man beinahe das Klirren von Glas zu hören.

So erhalten wir genügend Kunde, welche Rolle Kieselwässer, vielleicht z. T. heiße, vulkanische, bei der Sedimentierung der Tuffe gespielt haben mögen. Die große Mannigfaltigkeit und die Bedeutung der Kieselbildungen hob O. Fraas (Atlasbl. Hohentwiel, Begleitworte S. 5) folgendermaßen hervor: „Längst bekannt ist durch J. Schill (Württ. Jahresh. XV 181) der ‚Kalkofen' von Hilzingen. Diesen Namen führt die Berghalde, die im NW des Dorfes zwischen den Basalten des Stoffel und den Phonolithen des Krähen liegt, an welcher für technische Zwecke kieselige Kalke, pisolithische Gebilde, Menilite und Opale gebrochen werden. In einer weißen, opalartigen Grundmasse, die großmuschelig springt bei bedeutender Sprödigkeit, stecken perlgraue kugelige oder nierenförmige Einschlüsse mit flachmuscheligem, fettglänzendem Bruch. Wirklicher Pechstein mit Drusen von Chalcedon liegt in der Ecke,

welche der Staufen und Gennersbohl bildet, am Fuß der beide umgebenden Tuffmassen. Leider sind die Aufschlüsse durch das Bächlein und zufällige Weinbergsarbeiten zu unbedeutend, um über die Lagerungsverhältnisse dieser Kieselschichten Aufschluß zu erhalten. Neben den Pechsteinen liegen auch bituminöse Kieselschiefer, denen von Randeck und Hepfisau zum Verwechseln ähnlich."

Ein zweites, naheliegendes Beispiel der Verknüpfung von Süßwasserkalk mit vulkanischem Tuff berichtet in neuester Zeit Schalch (Erläut. zu Bl. Geisingen S. 53—55). Er fand nämlich im Süßwasserkalk des „Hinterrieds" auf der dem basaltischen Wartenberge gegenüberliegenden „Länge" einzelne, mit den basaltischen Tuffen der benachbarten „Mooshalde" zweifellos gleichaltrige und gemeinsame Einschlüsse, insbesondere von Muschelkalk und Malm. „Beide Gesteine treten dadurch in genetische Beziehung zueinander." Mit dem Süßwasserkalk ist aber auch ein dem oben beschriebenen offenbar ganz ähnlicher Süßwasserquarz eng verbunden. Das wäre eine wichtige Beobachtung, welche die von uns gegebene Deutung von Übergangsbildungen zwischen Süßwassersedimenten und Tuffablagerungen unter Mitwirkung von Kieselwässern stützt, um so mehr, als diese Beobachtung an zeitlich ganz übereinstimmendem und örtlich nur etwa 30 km entferntem Material gemacht wurde. „Allem Anschein nach", schreibt Schalch a. a. O., „hat in der Nähe des Tuffausbruches und gleichzeitig mit demselben eine Süßwasseransammlung stattgefunden, in welche neben mehr oder weniger reichlichem Tuffmaterial (Lapilli) auch die aus dem Basalttuff als Einschlüsse erwähnten fremden Gesteinstrümmer (Muschelkalk, Malm) gelangten, und in der gleichzeitig die Ablagerung des Süßwasserkalkes vor sich ging, eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise auch von anderwärts bekannt ist."

Als wohlbekanntes Glied der oberen Süßwassermolasse oder des Obermiocäns kommt unter den Auswürflingen schließlich die **Juranagelfluh** in Betracht. Dieses Gebilde setzt sich, von den Mergelzwischenschichten abgesehen, hauptsächlich aus Geröllen zusammen. Schalch hat über die Juranagelfluh des Hegaus und des dem Hegau benachbarten Randens in den Beiträgen z. geol. Karte der Schweiz XIX 2, sowie in den Berichten über die Vers. des oberrh. geol. Ver. 1905 in Konstanz, ferner in den Erläuterungen zu den Blättern Blumberg und Geisingen Mitteilungen gemacht, und neuerdings hat E. Schaad in seiner Gesamtübersicht über „die

Juranagelfluh“[1] wie folgt geurteilt (S. 40): „Fassen wir alles zusammen, so ergibt sich mit Sicherheit, daß die Juranagelfluh am Südostabhange des Schwarzwaldes direkt von demselben abgespült wurde.“ Daraus ergibt sich, daß sich etwaige unter den Phonolithtuffen anstehende und von dort ausgeworfene Juranagelfluh von den Bruchstücken der tiefer liegenden mesozoischen Sedimente und des Grundgebirges durch eine Geröllform unterscheiden müßte, wie sie fluviatilen Geschieben eigentümlich ist. Um das Vorhandensein der Juranagelfluh beurteilen zu können, müssen wir also zunächst die beiden Fragen beantworten: 1. Kann die Juranagelfluh gemäß ihrer oberirdischen Verbreitung unter den Phonolithtuffen anstehen? 2. Befinden sich unter den Einschlüssen typische Flußgeschiebe, deren Heimat der südöstliche Abhang des Schwarzwaldes gewesen sein kann? Zu 1. ist zu bemerken, daß tatsächlich in der allernächsten Nähe des Phonolithgebietes die Juranagelfluh nachgewiesen wurde: Auf der Karte der oft erwähnten Beiträge, No. XIX, gibt sie Schalch in Dietlishofen bei Hilzingen an. Das Vorkommen liegt vom Plörenberg nur 1 km, vom Hohentwiel nur 2 km entfernt. Bei dieser geringen Entfernung von den Hauptausbruchspunkten ist ein Anstehen der Juranagelfluh unter dem Phonolithgebiet durchaus wahrscheinlich.

Indem ich gerade am Hohentwiel, aber auch am Plörenberg und besonders am Jungkernbühl eine Anzahl von Einschlüssen mit teilweise ganz ausgesprochener Geröllform gefunden habe, wäre also auch die zweite Frage in bejahendem Sinne erledigt. Es bedarf daher nur noch der Beschreibung einiger Stücke.

Da möchte ich zunächst einiger typischer Schwarzwaldgranite aus den Tuffen des Twiels gedenken von ganz ausgezeichneter Geröll-, beinahe von Eiform. Beim Durchsschlagen eines solchen etwa 1 dm großen, frischen Stückes zeigte sich eine deutliche Neigung zu konzentrisch-schaliger Absonderung. Man könnte denken, daß diese vielleicht auf eine Hitzewirkung zurückzuführen sei; aber es dürfte wohl ausgeschlossen sein, daß eine der so entstandenen Schalen abgesprungen wäre und so Anlaß zur Entstehung einer Geröllform gegeben hätte. Denn der betreffende Einschluß zeigte die Absonderung überhaupt erst beim Durchschlagen und besaß beim Auflesen noch eine tadellose Vollkommenheit der Rundung.

[1] E. Schaad, Die Juranagelfluh. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. XXII. Lfg. Bern 1908.

Ich möchte also die Geröllform durchaus als das Primäre und die schalige Absonderung als das durch die Form mitbedingte Sekundäre betrachten. Ein typischer Renchgneis, um ein weiteres Beispiel anzuführen, besaß eine flachere und etwas weniger ausgesprochene gerundete Form. Bei andern Gesteinen derselben Art kommt bezüglich der unvollkommenen Rundung eher die bei der Art des Vorkommens der Einschlüsse im allgemeinen Teile besprochene Frage der „Kantenbestoßung“ in Betracht. Dagegen dürfte das größere Exemplar der beim Keuper besprochenen Schilfsandsteine auch als Geröll zu betrachten sein. Es zeigt ja auch deutliche Spuren einer schaligen Absonderung. Nicht so das prächtige, vollkommen kugelige, große Weißjurageröll aus dem Jungkernbühl (vgl. S. 44). Ein ganz unverkennbares typisches, flaches Geschiebe von Muschelkalk und ein ebensolches mehr eirundes, aber wie abgeschnittenes, hat Herr Professor Deecke am Jungkernbühl selbst aus dem Tuffe herausgeholt. Noch ist hier ein Einschluß vom Plörenberg, ein Blaukalk des braunen Juras, anzufügen, der zwar nicht die Form, aber die auffällige Verwitterungsfarbe der Blaukalkgerölle teilt, die in den tertiären Konglomeraten des Schönberges bei Freiburg i. Br. gefunden werden. Durch diese Beispiele mag das Vorhandensein echter Gerölle zur Genüge nachgewiesen sein, und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir sie einem Geröllhorizont der Molasse, am besten der Juranagelfluh, zuweisen. Für diese spricht die ausnahmslose Übereinstimmung des in Geröllform aufgefundenen Materials mit dem Grund- und Deckgebirge des südöstlich an den Schwarzwald anschließenden Landesteiles. Alle andern Geröllhorizonte der Molasse würden nicht so gut passen, sei es, daß sie im Hegau zu schwach ausgebildet sind, sei es, daß sie, wie z. B. durch Württenberger für den Klettgau bekannt wurde, zu einem mehr oder weniger beträchtlichen Teile oder gar vorwiegend alpines Material führen. Das Fehlen von alpinen Einschlüssen, welches ich übrigens nur durchaus bestätigen kann, gilt aber derart als Charakteristikum für die Phonolithtuffe, daß es z. B. mit Recht als ein Beweis für das vordiluviale Alter der Tuffe angeführt wird. Also werden wir uns für eine Zugehörigkeit der behandelten Gerölle zur Juranagelfluh entscheiden müssen. Auffallend ist freilich, worauf mich Herr Professor Dr. Deecke aufmerksam machte, die Anwesenheit von Granit- und Gneisgeröllen, welche der eigentlichen Juranagelfluh des Randengebietes abgehen. Nur ganz oben stellen sich dort Quarze und Sandsteine, sehr selten

kristalline Komponenten ein. Indessen ist nicht zu vergessen, daß wir im Hegau näher am Schwarzwald sind und zwar an dessen höheren Teilen, so daß vielleicht dort schon eher als unter der breiten, flachen Tafel der Baar durch die Erosion der kristalline Kern bloßgelegt wurde und früher Gerölle lieferte als weiter im Norden. Bemerkt sei, daß die Granite denen ähnlich sind, welche im südlichen Schwarzwalde anstehen.

Noch mag als jüngster der Einschlüsse der **Tuff** selber erwähnt sein. Denn es finden sich nicht selten, wenigstens am Twiel, Tuffbrocken, die erheblich größer sind als die bekannten Pisolithe und die Bomben. Sie heben sich von dem sie umgebenden Tuff nur durch die Verschiedenheit des Kornes ab. Ein etwaiger Einwand, es könnten die Kerne von schalig verwitternden Massen vorliegen, würde an der relativen Frische des umgebenden Materials scheitern, das wenigstens in der Regel keinerlei Andeutung von kugeliger Verwitterung zeigt. Demnach ist dieser „Tuff in Tuff", wie man ihn nennen könnte, ganz einfach aus der Durchbrechung des zuerst ausgeworfenen durch eine weitere Eruption zu erklären.

Damit hätten wir also nicht nur das Vorhandensein des Deckgebirges des südöstlichen Badens unter dem Hegau bis zu den jüngsten, unmittelbar vor dem Ausbruch der vulkanischen Tätigkeit entstandenen Ablagerungen einschließlich nachgewiesen, sondern wir konnten auch noch einige den Verlauf der vulkanischen Ausbrüche begleitende geologische Bildungen feststellen.

In welchem Umfang dieses Resultat erreicht wurde, möge kurz noch einmal überblickt werden mittelst der folgenden

Zusammenfassung.

Das Grundgebirge des Hegaus stimmt nach meinen Fundstücken, die noch einer besonderen Bearbeitung entgegensehen, vor allem aber auch nach dem Urteil von O. Fraas, Schalch, Erb u. a. durchaus mit demjenigen des Schwarzwaldes überein.

Das Deckgebirge, der Gegenstand dieser Arbeit, hat folgende Resultate geliefert:

Die Triasformation

ist mit allen drei Gliedern vertreten, also auch mit dem

Buntsandstein. Von diesem ist zu sagen, daß er wahrscheinlich nur noch wenige Meter Mächtigkeit besitzt. Der untere Buntsandstein konnte nicht nachgewiesen werden, dagegen der Hauptbuntsandstein, und zwar Gerölle aus mindestens einem Horizont,

falls dieselben nicht indirekt, als Bestandteile der Juranagelfluh, in den Tuff gelangten; ferner zugehöriger Sandstein; aus dem oberen Buntsandstein gelblichgrauer, glimmeriger Sandsteinschiefer unter den roten Schieferplatten und gelblichweißer, glimmerreicher, feinkörniger Sandstein aus den Zwischenschichten.

Vom **Muschelkalk** ist der Wellenkalk in Gestalt einiger rauchgrauer, feinkörnig-kristalliner Kalke von ziemlicher Härte und Sprödigkeit und von flachem Bruche beobachtet. Die Übereinstimmung zeigt sich sogar in der Verwitterungsfarbe. Hornsteinartige Vorkommen von mittlerem Muschelkalk erscheinen zweifelhaft.

Der Hauptmuschelkalk ist ausgezeichnet vertreten durch meist feinkörnig-kristalline, rötliche, häufig gebrannte Trochitenkalke mit vereinzelten oder gar keinen Trochiten; ferner wurden rötlich gebrannte Kalke der Pemphixschichten und Kalk mit Pseudooolithstruktur (Bl. Blumberg S. 8) konstatiert. Lumachellenkalk wurde zwar nicht im Hegau, aber im Basalttuff des Wartenberges nachgewiesen. Im Phonolithgebiet habe ich aber Oolithe des Hauptmuschelkalkes gefunden. Dem Trigonodusdolomit ist fraglich ein Schaumkalk zuzurechnen, vielleicht auch noch ein dolomitisches Gestein mit undeutlichen Schalenabdrücken von Muscheln oder Terebrateln.

Vom **Keuper** dürfte die unterste Lage, die Lettenkohle, beinahe ausgekeilt sein, da sie auf Bl. Blumberg bereits auf 1,5 m reduziert ist, und da keine hierher gehörigen Stücke gefunden wurden.

Vom mittleren Keuper sind charakteristischer, schwarz- oder grau- und rotgestreifter Schilfsandstein zu nennen, des weiteren weißgelber Stubensandstein, schließlich weißer Zanclodonmergel mit spätigen kristallinen Adern.

Wahrscheinlich gehören zum mittleren Keuper noch ein braun und grün gefärbter Mergel mit roten Flecken oder Knöllchen, sowie ein grauer und ein grünlicher, von weißen dünnen Lagen durchzogener Tonmergel.

Die Contortaschichten (oberer Keuper) fehlen wie in den benachbarten Landesteilen.

Die Juraformation

hat neben dem Grundgebirge unstreitig die meisten Einschlüsse geliefert und zeigt vom **Lias** sämtliche sechs Unterabteilungen (α—ζ) außer der obersten, den Jurensismergeln. Am besten ist Lias α

vertreten, und zwar mit Psilonotustonen bzw. -mergeln, mit den Angulatusschichten in Gestalt von Sandkalk, schließlich mit Arietenkalk. Von Lias β sind teilweise geflammte und gefleckte, meist glimmerreiche Tone und einige Ostracoden führende Mergel zu nennen.

Von Lias γ wurde Cymbiumkalk, von Lias δ ein grauschwarzer Ton mit *Amaltheus margaritatus* Montf. und *Belemnites clavatus* Schl. beobachtet.

Lias ε lieferte die unteren Grenzschichten der *Spiriferina villosa* Qu. und zahlreiche Posidonienschiefer nebst Stinkkalken; sie führen eine Menge *Harpoceraten* (*H. falcifer* Qu., *H. Lythensis* Young & Bird, *H. bifrons* Brug. und *H. striatula-costatum*), ferner *Coeloceras anguinum* Rein. und *C. commune* Sow. Charakteristischer „Seegrasschiefer" mit *Chondrites Bollensis* Ziet. ist ebenfalls vertreten.

Der **braune Jura** ist durch Opalinustone, sowie einige Geoden und Belemniten führenden Sandkalk vertreten. Die Murchisonä- und Sowerbyischichten sind je mit einem charakteristischen Gestein konstatiert. Ausgezeichnet vertreten sind die blauen Kalke, und die Giganteustone (δ) waren in Gestalt violetter und rostiger Letten als vorhanden zu betrachten. Die Macrocephaluszone lieferte den schönsten Eisenoolith.

Der **weisse Jura** α und β müssen als „Birmensdorfer Schichten" unter dem Hegau ausgebildet sein, da wir echte Nulliporenkalke mit *Nulliporites Hechingensis* Qu. haben.

Malm γ ist mit ruppigem Scyphienkalk ebenfalls vorhanden, desgleichen weißer, grob- bis zuckerkörniger und dichter, grauer Quaderkalk (δ). Auch völlig mit den Schichten des Randen-, Länge- und Heuberg-Jura übereinstimmende, teils fein-, teils grobkörnige, auch häufig verkieselte oder zuckerkörnige Massenkalke sind aus dem unterirdischen Hegau ausgeworfen. In einem kristallinen Kieselkalk fanden sich *Pecten* (wahrscheinlich *subspinosus* Schl.) und *Terebratula pentagonalis* Br. Der Plattenkalk (ζ) ist ebenfalls nachzuweisen.

Alle die hier beschriebenen Funde aus mesozoischen Schichten stimmen mit dem Deckgebirge der Baar und des Jura bis in die speziellsten Unterabteilungen überein. Sie konnten auch fast ausnahmslos mit charakteristischen Belegstücken aus den genannten Gebieten, wie sie die F. F. Sammlung zu Donaueschingen trefflich bietet, oft ganz überraschend genau identifiziert werden. Daher ist

an einer unterirdischen Fortsetzung des Deckgebirges des südöstlichen Badens unter das Hegau nicht der geringste Zweifel möglich. Der basaltische Wartenberg macht uns mit seinen mesozoischen Auswürflingen die unterirdische Fortsetzung dieser teils an seinem Fuße anstehenden, teils von ihm aus gewissermaßen vor den Augen des Beschauers ostwärts unter die Erdoberfläche einschießenden mesozoischen Schichten besonders schön begreiflich. Und davon, daß diese unterirdische Fortsetzung vom Wartenberg aus weiter ostwärts, dem Hegau zu, reicht, davon überzeugen wir uns leicht mittelst des Höweneggs und der Aufschlüsse bei der Mühle oberhalb Mauenheim, welche mit den Einschlüssen ihrer Basalttuffe die am Wartenberg gewonnenen Resultate ganz und gar bestätigen.

Im Phonolithgebiet des Hegaus selber liegen noch die Tertiär-(Molasse-)Schichten über dem Mesozoikum. Wir konnten daher auch die drei Hauptstufen der Molasse, wenn auch nicht alle in gleicher Vollkommenheit und mit derselben Sicherheit nachweisen. Am interessantesten sind wohl die Süßwasserkalke und die Juranagelfluh, welche also beide noch von den vulkanischen Ausbrüchen durchschlagen wurden. Dasselbe beobachteten wir am Höwenegg und am Randen, wo an beiden Punkten in dem Basalt oder in den Tuffen zahlreiche Juranagelfluhgerölle stecken. — Sowohl der eigentümliche geologische Verband, als auch die Zusammensetzung der beiden Magmen legt die Vermutung nahe, es habe ursprünglich vielleicht nur ein Magma existiert, das aber in seinen oberen, in die Sedimenttafel (Muschelkalk) eindringenden Partien durch Resorption von Kalk und Magnesiakarbonaten eine andere, mehr melilithbasaltische Zusammensetzung erhalten habe. Wenigstens sind Melilith, Perowskit und Titanit alles Ca-Verbindungen und Biotit wie Hornblende Mg-haltig. An eine Resorption von kristallinen Gesteinen (Zweiglimmergranit, Diorit, Kersantit etc.) ist natürlich nicht zu denken. Aber für die erste Möglichkeit scheinen auch die Beobachtungen des Herrn Dr. E. Becker[1] zu sprechen, die am Wartenberge bei Geisingen gewonnen sind. Der Basalt durchbricht dort die ganze mesozoische Kalkserie (Muschelkalk, Lias und Malm etc.) und ist augenscheinlich dadurch so kalkreich geworden. Auch läßt sich, wie mehrfach geschehen, ein gleiches von den Uracher Basalten sagen.

[1] E. Becker, Die Basalte des Wartenbergs bei Geisingen in Baden. Z. d. D. geol. Ges. 1907, S. 273.

Im allgemeinen Teile zeigte ich die Bedeutung der Auswürflinge für die Kenntnis des Untergrundes von vulkanischen Gebieten an der Hand von einigen Beispielen. Diese bezogen sich auf Untersuchungen, welche, mit dem Hegau in Beziehung gebracht, uns Kenntnis über den unterirdischen geologischen Aufbau eines beträchtlichen Teiles von Baden, besonders von Schwaben, zu geben vermögen. Und zwar hörten wir aus ihnen, daß das Grundgebirge des Ries wie auch dasjenige unter den Uracher Vulkanschloten mehr dem des Bayrischen Waldes gleicht. Von paläozoischen Schichten fanden sich bei Urach nur Auswürflinge des Rotliegenden, im Ries überhaupt keine. Das Deckgebirge beginnt im Ries erst mit dem Keuper, im unterirdischen Uracher Gebiet mit Buntsandstein und zeigt an beiden Lokalitäten die normalerweise über dem Keuper bzw. Buntsandstein lagernden Schichten der Trias und des Jura. Unter dem Hegau lagern ein Grundgebirge von Schwarzwälder Typus und die unterirdische Fortsetzung des südostbadischen Deckgebirges, d. h. mit geringem Buntsandstein und vollständig entfalteter Trias- und Juraformation. In der Trias sind wie am Rande des Einbruchskessels Lettenkohle und Stubensandstein wahrscheinlich schwach entwickelt. Der Jura wird meist von beträchtlichen Molassebildungen verdeckt.

Von alpinen Einschlüssen finden wir keine Spur. Das kann mit den tektonischen und stratigraphischen Verhältnissen des zunächst gelegenen Nordrandes der Alpen, also des Säntisgebirges und der Algäuer Alpen begründet werden. Denn das am Aufbau dieser Gebirge so sehr beteiligte Mesozoikum ist keineswegs die aus der Molasse wieder hervortauchende Fortsetzung der Schichtentafel des südöstlichen Badens und Württembergs. Es wurde vielmehr von südlicheren Teilen der Alpen her überschoben, besteht also gegenüber der Schichtenfolge des südöstlichen Badens, auch des unterirdischen Hegaus, aus ganz fremdartigen Bestandteilen. Während z. B. im Säntisgebirge überschobene Kreideschichten eine wichtige Rolle spielen, fehlt die Kreideformation im südöstlichen Baden und in Württemberg gänzlich.

Literatur.

1. v. Cotta, B., Briefliche Mitteilungen von Singen im Hegau, 4. Sept. 1853. (Phonolithtuff am Hohentwiel.) Leonhard, Jahrb. 1853, Seite 684—685.
2. Deffner und O. Fraas, Begleitworte zum Atlasblatt Bopfingen. Ellenberg 1877.
3. Deffner, Granite in den vulkanischen Tuffen der Schwäbischen Alb. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, 29. Jahrg. 1873.
4. Erb, J. Die vulkanischen Auswurfsmassen des Höhgaus. Vierteljahresschrift d. naturf. Ges. Zürich, 45. 1900, Seite 1—58. 1 Tafel.
5. Escher von der Linth, Oehningens geologische Stellung in Herm. v. Meyers „Fauna der Vorwelt". 1845.
6. Fraas, O., Begleitworte zu Atlasblatt Hohentwiel. 1879.
7. v. Fritsch, K., Notizen über geologische Verhältnisse im Hegau. Leonhard, Jahrb. 1865, Seite 651, bes. 668 ff.
8. Gümbel, C. W., Geognostische Beschreibung des Königreichs Bayern. IV. Bd.: Fränkische Alb 1891.
9. Karg, J. M., Über den Steinbruch zu Oehningen bei Stein am Rhein und dessen Petrefakten. Denkschriften d. vaterl. Gesellsch. d. Ärzte und Naturforscher Schwabens. Bd. I. 1805.
10. Leuze, A., Die Mineralien und Pseudomorphosen des Roseneggs. Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg 1889.
11. Merklein, F., Beitrag zur Kenntnis der Erdoberfläche um Schaffhausen. Gymnasialprogramm 1869.
12. Quenstedt, F. A., Der Jura, mit 100 Tafeln; 1858.
13. —, Die Ammoniten des schwäbischen Jura. 3 Bde. 1882—1886.
14. —, Handbuch der Petrefaktenkunde, 3. Aufl. 1885.
15. Schaad, E., Die Juranagelfluh. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. N. F. XXII. Lfg. Bern 1908.
16. Schalch, F., in Verhandlungen d. schweiz. naturf. Gesellsch. z. Schaffhausen 1873. Seite 287 ff.
17. —, Das Gebiet nördlich vom Rhein (Kanton Schaffhausen, Höhgau und Schienerberg), enthalten auf Bl. IV des Eidgenöss. Atlas. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. 19. Lfg., II. Teil. Bern 1883.
18. —, Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden. Erläut. zu Bl. Blumberg. Heidelberg 1908.
19. —, Desgl. Erläut. zu Bl. Geisingen. Heidelberg 1910.
20. —, Die Gliederung der Liasformation des Donau-Rheinzuges. Stuttgart 1880.

21. Schill, J., Die Tertiär- und Quartärbildungen des Landes am nördlichen Bodensee und im Höhgau. Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ. XV. 1858.
22. Schmidle, W., Zur geologischen Geschichte des nordwestlichen Bodensees bis zum Maximalstand der Würmeiszeit. Schriften d. Ver. f. Gesch. des Bodensees usw. Lindau 1906, Seite 71 ff.
23. —, Über den Rückzug des Würmgletschers im nordwestlichen Bodenseegebiet. Zentralbl. f. Miner. etc. 1907, No. 9, Seite 257 ff.
24. —, Über Riedel- und Talbildungen am nordwestlichen Bodensee. Mitteil. d. Großh. Bad. Geol. Landesanstalt. VI. Bd., 1. Heft. 1908. Heidelberg.
25. Schwarz, H., Über die Auswürflinge von kristallinen Schiefern und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb. Jahreshefte d. vaterl. Ver. f. Naturk. in Württemberg 1905.
26. Stöhr, E, Über Phonolithtuffe im Höhgau. N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1866. Seite 72 ff.
27. —, Briefliche Mitteilungen von Lindau. 23. Dez. 1865. (Vulkan. Gesteine und Tuffe im Hegau.) Leonhard, Jahrb. 1866. Seite 72—75.
28. Walchner, Geognosie, 2. Aufl. Seite 857 u. a. O.
29. Weber, J., Über die Geologie des Hegaus. Mitteil. der Naturw. Ges. in Winterthur. H. II, Jahrg. 1899. Seite 3—43. Winterthur 1900.
30. Württenberger, Das Tertiär im Klettgau. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1870, S. 471.